

VI
B-1
Н Е Р
ЕВСКИЙ
ПРОИЗВОДСТВО
СУХОГО
МОЛОКА
КНИГОСОЮЗ
1930


КНИГОСОЮЗ

B. VASSILEVSKY

MANUFACTURE OF MILK POWDER

Под редакцией и с предисловием
проф. Ав. А. КАЛАНТАРА

ВСЕРОССИЙСКИЙ КООПЕРАТИВНЫЙ ИЗДАТЕЛЬСКИЙ СОЮЗ

Инж. В. Г. ВАСИЛЕВСКИЙ

ПРОИЗВОДСТВО СУХОГО МОЛОКА

ПО НОВЕЙШИМ ИНОСТРАННЫМ ИСТОЧНИКАМ

С 30 рисунками и чертежами в тексте

МОСКВА ★ КНИГОСОЮЗ ★ 1930

ОТПЕЧАТАНО
в типо-литографии им.
т. Воровского, улица
Дзержинского, 18.
Главлит А 61.125.
Тираж 4.000 экз.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Индустриализация сельского хозяйства на основах коллективизации и создание высших ценностей в сельском хозяйстве, к осуществлению которых направлены силы кооперации, предъявляют все бóльшие требования к сельскохозяйственному производству и созданию как высших товарных, так и валютных ценностей. В области молочнохозяйственной кооперации в последнее время вызывают особый интерес продукты такой высшей ценности, как казеин, сгущенное и сушеное молоко.

Если казеин является продуктом лишь технического применения, то сгущенное и сушеное молоко представляет собой продукт высокой питательной ценности с широким применением в производстве пищевых и вкусовых продуктов. Если выгодность производства казеина колеблется вследствие относительной ограниченности его применения и возможности больших предложений, то производство сгущенного и сухого молока может развиваться весьма широко, так как спрос на него растет с каждым днем, как в целях непосредственного его потребления, так и переработки в другие ценные продукты.

Сгущенное молоко давно уже заняло крупное место на мировом рынке. Сушеное же молоко является относительно более молодым производством. Причина—не позднее возникновение идеи его производства, а трудности техники получения вполне удовлетворительного продукта. Эти затруднения преодолевались с большими трудностями, которые заключались не столько в применении технических приспособлений (которых изобретено было не мало), сколько в выработке условий, обеспечивающих получение вполне

растворимого в воде продукта, дающего «восстановленное», возможно близкое к натуральному, молоко.

Но постепенно техника вырабатывалась, растворимый продукт получается, и по мере усовершенствования продукта его применение все более и более расширяется. Относительная ценность сушеного молока как пищевого средства стоит выше всех прочих пищевых веществ (по калорийности лишь масло его превосходит), что видно из следующего ряда сравнений, где показана его питательная ценность:

1 *кг* сухого молока = 1,25 *кг* жирного сыра = 2 *кг* полубел. пшен. хлеба = 2,4 *кг* сгущ. молока = 2,5 *кг* говяжьей вырезки = 3,5 *кг* полужирной говядины = 3,7 *кг* (69 шт.) яиц средн. = 6 *кг* картофеля = 7,1 *кг* цельн. молока = 7,5 *кг* цыплят = 10,6 *кг* яблок = 13,7 *кг* пахты = 15 *кг* свеклы.

Если сгущенное молоко, будучи в среднем в 3 раза компактнее, чем натуральное молоко, соответственно и более транспортабельно, то сухое молоко, будучи в 8 раз сконцентрировано и не требуя дорогой и тяжелой упаковки, еще более транспортабельно.

Сухое снятое молоко получает возможность выйти на большой рынок и получить широкое применение в кулинарном деле, в кондитерском и булочном производстве, в дальнем плавании и во многих других случаях, где натуральное молоко совершенно исключается, а сгущенное занимает много места и дорого обходится.

С усовершенствованием техники приготовления вполне растворимого снятого молока значительно изменится проблема снабжения больших потребительских центров молоком: обратное растворение сухого молока с эмульгированием в нем чистого жира даст «восстановленное» цельное молоко, доставленное относительно дешево из дальних мест.

При производстве казеина рыночную ценность получает лишь $^1/_3$ сухого вещества снятого молока, при фабрикации же сухого молока используются и остальные $^2/_3$ весьма ценных составных частей—альбумина, молочного сахара и важнейших солей. Выход сухого снятого молока в 3—3$^1/_2$ раза больше, чем выход казеина.

Профессор *Ав. А. Калантар*

ГЛАВА I

МИРОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО И ТОРГОВЛЯ СУХИМ МОЛОКОМ

Предварительные сведения о сухом молоке

Сухое молоко представляет собой сильно обезвоженное свежее молоко. Этот вид молочных консервов может быть приготовлен как из свежего цельного молока, так и из частично снятого или обезжиренного молока. В зависимости от соотношения константов свежего молока получается то или иное сухое молоко. Последнее, обращающееся на заграничном рынке, имеет, примерно, следующий и, как увидим из нижеприводимых данных, довольно разнообразный средний состав:

	Вода	Жир	Протеин	Молочн. сахар	Зола
	В процентах				
Сухое цельное молоко					
По Ричмонду	6,39	27,35	27,48	31,42	6,00
" "	4,74	29,16	26,66	32,24	5,63
" Лярсен и Уайт	1,40	29,20	26,92	36,48	6,00
Сухое полуснятое молоко					
По С. Хьюидж	8,30	13,00	30,57	48,85	7,28
" Лярсен и Уайт	5,00	15,12	33,30	39,70	6,90
" Меррель-Соуль Ко	2,12	14,20	32,26	44,41	7,01
Сухое снятое молоко					
По Хьюиджу	7,40	1,00	37,28	46,30	8,00
" Стокинг	2,40	1,35	37,70	49,94	8,21
" Можонье	1,00	1,97	34,75	51,92	8,24

Благодаря большому содержанию жира сухое цельное молоко, по сравнению с сухим снятым молоком, является продуктом значительно менее стойким, хотя при современной технике производства и сухое цельное молоко может хорошо сохраняться в течение продолжительного времени. Качество сухого молока, вырабатывающегося в настоящее время за границей, настолько высоко, что оно рекомендуется даже для детского питания.

Главным требованием при производстве сухого молока является получение продукта, сохраняющего первоначальные ценные физиологические свойства свежего молока и имеющего полную растворимость в воде. На первых стадиях техники выработки сухого молока особое затруднение встречало сохранение растворимости, и с этой целью к сухому молоку прибавлялся сахар и «казеиновые стабилизаторы» в виде щелочей и минеральных солей. В последнее время техника приготовления сухого молока настолько подвинулась вперед, что получается высокая степень растворимости готового продукта в воде и это обстоятельство устраняет необходимость прибавления к сухому молоку упомянутых веществ.

В настоящее время области применения сухого молока за границей—как в домашнем хозяйстве, так и в промышленности—весьма разнообразны; этому сильно способствует возможность быстрого приобретения означенного продукта во всякое время года, в любом количестве и по относительно недорогой цене. Одним из главных благоприятных факторов распространения сухого молока служит его огромная транспортабельность. Расходы по его перевозке (согласно американским подсчетам) не превышают $^1/_{10}$ расходов, падающих на соответствующее количество свежего молока, при чем убытки, связанные с порчей сухого молока, в данном случае могут быть сведены почти на-нет. В особенности громадное значение сухое молоко приобретает, как высокопитательный продукт, в странах, где нет благоприятных факторов для развития молочного хозяйства, как например в странах, не имеющих благоприятных условий для содержания скота.

Краткий исторический очерк развития производства сухого молока

Начало и исторический ход развития производства сухого молока неразрывно связаны с производством сгущенного молока по той простой причине, что при изготовлении этих двух продуктов преследуется одна и та же основная цель, сводящаяся к тому, чтобы насколько возможно сохранить первоначальные ценные физиологические свойства свежего молока и уменьшить до минимума его об'ем. Разница между сухим и сгущенным молоком заключается, главным образом, в степени сгущения или обезвоживания свежего молока. Поэтому неудивительно, что начало изобретений в области изготовления упомянутых двух продуктов относится к одному и тому же периоду времени, а именно — к середине прошлого столетия. Изобретатели способов приготовления одного из упомянутых продуктов неизменно уделяли мысль и приготовлению другого.

Первым изобретателем способа получения сухого молока является Гримвэйд, которому в 1885 г. английское правительство выдало соответствующий патент. Вкратце способ Гримвэйда заключается в нижеследующем. К свежему молоку прибавляют прежде всего известное количество двууглекислой соды или поташа, затем производят выпаривание воды из молока при непрерывном размешивании последнего, до тех пор, пока оно не приобретет тестообразную консистенцию; затем к нему прибавляют сахар, и последний тщательно с ним смешивают; эту смесь спрессовывают, пропуская ее между вращающимися смежными барабанами; полученную таким образом «ленту» высушивают и измельчают в порошок. В данном случае прибавление щелочей в виде двууглекислой соды или поташа преследует цель сообщить казеину молока большую растворимость, а прибавлением сахара—достигнуть рассыпчатости массы, и тем облегчить удаление из нее влаги на последних стадиях высушивания молока.

По упомянутому способу выпаривание молока производилось вначале в открытых варочных котлах, а в дальнейшем последние были заменены вакуум-аппаратами.

На практике гримвэйдовский способ приготовления сухого молока был в употреблении на заводах только в течение нескольких лет и, вследствие слабого успеха, уступил место более совершенным способам производства сгущенного молока с сахаром.

Идея выработки сухого молока вновь возрождается в 1872 г., когда был впервые изобретен Самуэлем Р. Перси «распылительный» способ получения означенного продукта.

В дальнейшем, почти в течение сорока лет, не наблюдалось заметного прогресса техники приготовления сухого молока. Говоря об этом периоде, следует лишь упомянуть о ряде исследователей, занимавшихся вопросом и по сухому молоку и связанным с последним различным пищевым препаратам. Так в 1895 г. Робертсон упоминал о пищевом продукте для детей, изготовленном из сухого молока и по всей вероятности, как предполагает Атсуши Мияуоки, с примесью тростникового сахара и муки из хлебных злаков. В 1898 г. Аллен упоминал о пищевом продукте «Nutrose», состоящим из казеина и определенного количества щелочи. В том же 1898 г. Карпентер в своих работах ссылается на немца, изготовлявшего сухое молоко; этот продукт был хорошо высушен, но плохо сохранялся вследствие разложения альбуминоидов и прогоркания жира.

В 1889 г. Ричмонд описывал производство сухого молока с сахаром, при чем упаривание свежего молока до сухого состояния достигалось здесь посредством вакуума, после чего сухая масса размалывалась; такой продукт содержал 40—42% тростникового сахара.

В 1900 г. Роберт Штауф запатентовал способ получения крови, молока и т. д. в сухом виде путем распыления жидкости в камере, содержащей нагретый воздух. Впоследствии этот способ был улучшен и в настоящее время яв-

ляется одним из наиболее удачных среди принятых в молочно-консервной промышленности.

В 1901 г. патент на выработку сухого молока был получен Кэмпбеллем, а в следующем, 1902 г., Руска дал подробное описание изготовления сухого молока по способу, изобретенному Уиммером из Копенгагена.

Затем следует целый ряд изобретений, приготовляющих «пленочное» сухое молоко; при этом жидкое молоко, разливаемое тонким слоем по поверхности горячего цилиндра, быстро засыхает, образуя тонкую как папиросная бумага пленку. Особый «нож» соскребает с цилиндра эту пленку, которую потом мелют и превращают в порошок.

В 1904 и 1905 г.г. швед Экенберг получил патент на изготовление сухого молока по «пленочному» способу. Несколько ранее перед этим,—а именно в 1902 г.—патент на изготовление того же продукта был выдан Джону А. Джасту (John A. Just); последним сухое молоко изготовлялось также по «пленочному» способу, впоследствии улучшенному англичанином Джэймсом Р. Хатмэйкером (James R. Hatmaker). «Распылительный» способ был применен при сушке молока Бевено и де-Невэ (Bevenot и De Neveu) в 1904 г., при чем перед сушкой молоко подвергалось гомогенизации. По предположению Атсуши Мияуоки гомогенизация в производстве сухого молока была введена впервые упомянутыми лицами.

Куник (Kunick) получил патент на изготовление сухого молока в 1907 г.; предлагаемый им способ по принципу схож со способом выработки по Джасту—Хатмейкеру. В данном случае свежее молоко, прежде чем попасть на барабан, предварительно сгущалось. При сушке иногда пользовались только одним большим барабаном, а в других случаях также и машинами с двумя барабанами различных диаметров, установленными параллельно и вращающимися в противоположные стороны.

В 1905 г. Джон Мак-Лаклан видоизменил способ Штауфа и получил на свое имя патент, по которому сушка молока происходила в высокой цилиндрической камере с двойными

стенками, между которыми находились паровые змеевики; в камеру через круглую, дырчатую трубку вдувался нагретый воздух, направлявшийся на распылявшееся молоко; распыление молока достигалось специальными форсунками.

Далее следует указать на способ Меррель-Соуль, как на один из наиболее удачных приемов получения сухого молока, представлявший собою улучшенный метод выработки по Штауфу.

Компания Меррель-Соуль получила соответствующий патент в 1907 г.

В течение времени с 1906 по 1919 г. были предложены способы выработки сухого молока Гатманом, Говерсом, Лакомтом и Лэйнвиллем, Миньо-Плюмэй, Компанией Буфловэк, Грэйем и Йенсеном, Роджерсом и другими.

Главные производители, экспортеры и импортеры молочных консервов

Производство и сбыт сухого молока неразрывно связаны с производством и сбытом сгущенного молока, и поэтому в дальнейшем изложении придется неоднократно сообщать общие, для двух упомянутых продуктов, сведения.

Молочно-консервная промышленность является сравнительно очень молодой отраслью молочной промышленности, и ее продукция насчитывает всего лишь около тридцати лет своего обращения на международном рынке.

Несмотря на короткий период своего развития, молочно-консервная промышленность достигла значительных размеров, и в настоящее время общее мировое производство молочных консервов колеблется от 1.250 тыс. до 1.590 тыс. тонн в год.

Из этого количества на долю Северо-Американских Соединенных Штатов приходится примерно 64%, на долю Голландии—около 10%, на Англию и Канаду—несколько больше, чем по 3%, а на долю остальных стран—около 20%.

Официальные данные об экспорте молочных консервов имеются за 1925 г., и согласно этих данных мировой экспорт

за 1925 г. составил 318 тыс. тонн, в том числе: 236 тыс. тонн сгущенного молока с сахаром, 57 тыс. тонн сгущенного молока без сахара и 25 тыс. тонн сухого молока.

По сведениям международного аграрного института в Риме мировой экспорт означенных продуктов за 1928 г. превысил 350 тыс. тонн, в том числе примерно—314 тыс. или около 90% сгущенного молока с сахаром, 10 тыс. тонн или 2,5% сгущенного молока без сахара и 26 тыс. тонн или 7,5% сухого молока.

Из стран, экспортирующих молочные консервы: Голландия, Северо-Американские Соединенные Штаты, Швейцария, Дания, Канада, Австралия, Норвегия, Италия, Англия, Новая Зеландия и Франция—вывозят около 99% общего мирового экспорта упомянутых продуктов, а все остальные страны только 1% с лишним.

Обширные рынки сбыта, вследствие наиболее благоприятного сочетания факторов, имеются главным образом в следующих странах: Англии, Британской Малакке, Кубе и Голландской Индии.

Кроме перечисленных рынков обширные перспективы сбыта молочных консервов намечаются в следующих странах: Алжире, Марокко, Восточной Африке, Индо-Китае, на о-вах Тихого океана и пр.

Голландия

Производство молочных консервов в этой стране ведет свое начало с 1882 г., когда эти продукты уже вырабатывались в Голландии для снабжения ими голландских колоний. В настоящее время Голландия является самым значительным экспортером молочных консервов, общий вывоз которых из этой страны превысил в 1928 г. 180 тыс. тонн.

Экспорт из Голландии сухого молока за последние годы выразился в следующих количествах (в тоннах):

	1926 г.	1927 г.	1928 г.
Сухое цельное молоко	8.701	10.734	11.467
» снятое «	3.312	3.172	3.756

Приведенные данные показывают, что в то время как за последние годы экспорт сухого снятого молока, сократившись в 1927 г., повысился в 1928 г., экспорт сухого цельного молока непрерывно развивался.

Наилучшим рынком для сбыта голландского сухого молока является Англия, импортирующая его главным образом для удовлетворения требования кондитерской промышленности.

Северо-Американские Соединенные Штаты

Северо-Американские Соединенные Штаты занимают второе место в мировом экспорте молочных консервов и уступают только Голландии. Общий экспорт молочных консервов из Северо-Американских Соединенных Штатов превысил в 1928 г. 54 тыс. тонн. Производство только одного сухого молока развивалось в Северо-Американских Соединенных Штатах примерно следующим темпом (в тоннах):

Годы	Сухое снятое молоко	Сухое цельное молоко
1916	8.000	1.000
1917	11.000	1.500
1918	12.500	2.000
1919	16.000	4.000
1920	20.000	5.000
1921	19.000	2.000
1922	20.000	2.500
1923	31.000	3.000
1924	34.500	3.500

Из этих данных видно, что в то время как производство сухого цельного молока, из года в год, то увеличивалось, то уменьшалось,—производство сухого снятого молока неизменно увеличивалось с каждым годом, за исключением только 1921 г.

Экспорт сухого молока из Северо-Американских Соединенных Штатов за последние два года составил:

За 1927 г.	1.509 *т*
„ 1928 „	1.822 „

Главными сбытовыми рынками для американского сухого молока являются Куба, Филиппинские о-ва, Китай и Япония.

Швейцария

Производство молочных консервов в этой стране началось с 1866 г., и в данное время эта отрасль промышленности играет значительную роль в швейцарском народном хозяйстве.

В течение периода 1918—1925 г.г. годовая продукция молочных консервов составляла в среднем 36.360 тонн; из этого количества примерно приходится 85% на сгущенное молоко и 15%—на сухое. В последнее время вырабатываемое в Швейцарии сухое молоко фактически все экспортируется.

Общий экспорт из Швейцарии молочных консервов возрастал следующим образом:

1926 г.		33.539 *т*
1927 „		36.848 „
1928 „		37.310 „

Важнейшими рынками для сбыта швейцарского сухого молока служит Англия, а затем, в порядке их значения: Франция, Германия и Греция; кроме того для Швейцарии расширяются рынки сбыта в Алжире, Марокко и Восточной Африке. Швейцарское сухое молоко находит также хороший сбыт в Восточной Индии, Индо-Китае, Филиппинских о-вах и на Кубе.

Дания

В настоящее время доминирующее значение в датской молочно-консервной промышленности занимает производство сгущенного снятого молока, которого в 1925 г. было изготовлено около 22 тыс. тонн.

Согласно официальным данным в Дании в 1924 г. работало 34 завода молочных консервов, с общей продукцией в 36.364 тонны. Общий вывоз молочных консервов Дании за 1928 г. превысил 24 тыс. тонн.

На внутреннее потребление идет лишь небольшое количество молочных консервов и, главным образом, для снабжения торгового флота и шоколадных фабрик.

Экспорт датского сухого молока значительно возрос в 1928 г. по сравнению с 1927 г., а именно: в 1928 г. было экспортировано 158 тонн, а в предыдущем 1927 г. только 54 тонны.

Канада

В 1925 г. в Канаде насчитывалось 24 завода молочных консервов со стоимостью продукции около 19 млн. руб.

Внутри Канады большое количество молочных консервов потребляется рабочими при разработке копей и туристами.

В 1926 г. стоимость экспорта молочных консервов достигла суммы в 9.500 тыс. руб., из которых на сухое молоко пришлось около 1.700 тыс. руб. В последующие годы экспорт сухого молока из Канады выразился в следующих цифрах: в 1927 г.—2.962 тонны, а в 1928 г.—2.217 тонн. Общий же экспорт молочных консервов из этой страны составил 14 тыс. тонн с лишним.

Важнейшими рынками сбыта для канадского сухого молока являются Северо-Американские Соединенные Штаты и Англия.

Австралия

Австралия из импортера молочных консервов превратилась в экспортера только недавно. В 1912 г. австралийский импорт составлял 552 тонны, а экспорт—748 тонн; в 1924/25 г. импорт составлял только 3% от экспорта названных продуктов. В 1924/25 г. стоимость экспорта молочных консервов равнялась сумме около 15 млн. руб., при чем наиболее важными из них являлось сгущенное молоко с сахаром, а сухого молока было экспортировано только 1.643 тонны. В 1927 г. общий экспорт молочных консервов превысил 8 тыс. тонн, в том числе на долю сухого молока приходится 876 тонн. Главными рынками сбыта сухого молока для Австралии служат Англия и Япония.

Норвегия

С 1919 до 1925 г. Норвегия увеличила стоимость экспортируемых молочных консервов с 362 тыс. руб. до 5.426 тыс. руб., а по количеству в 1928 г.—до 10,5 тыс. тонн.

Вырабатываемое в Норвегии сухое молоко находит широкое применение в норвежской кондитерской промышленности. За последние годы экспорт из Норвегии сухого молока развивался следующим образом: в 1926 г. было вывезено 19,9 тонны, в 1927 г.—22,6 тонны и в 1928 г.—30,2 тонны. Норвежская продукция сухого молока находит сбыт на многих внешних рынках, из которых главным служит английский.

Италия

Производство сгущенного и сухого молока в Италии является новым делом и существует здесь всего лишь несколько лет, при чем эта отрасль молочной промышленности в Италии развивается успешно.

В 1919 г. участие Италии в мировом экспорте этих продуктов выражалось в 0,1%, а в 1924 г. оно повысилось до 2,1%. При увеличении экспорта обоих продуктов доминирующее значение в вывозе 1924 г. занимало сухое молоко. Последнее впервые начало экспортироваться из Италии в 1922 г., когда его было вывезено на сумму 1.900 руб., а в 1924 г. стоимость экспорта этого продукта возросла уже до 1.080 тыс. руб.

За последние годы экспорт из Италии сухого молока без сахара непрерывно сокращается, а именно: 1926 г.—157 тонн, 1927 г.—71 тонна, 1928 г.—37 тонн.

За 1928 г. общий экспорт молочных консервов из Италии снизился до 3,2 тыс. тонн.

Рынками сбыта итальянского сухого молока служат страны Западной Европы, и кроме того открываются хорошие перспективы для его сбыта в Северной Африке и на Дальнем Востоке.

Англия

Производство сухого молока в Англии выражается небольшими количествами, при чем особо высокой репутацией пользуется сухое молоко, вырабатываемое на заводах Кооперативного о-ва оптовых закупок (Манчестер).

Экспорт из Англии сухого молока равнялся в 1927 г. 250 тоннам, а реэкспорт за тот же год—306 тоннам.

Вывоз сгущенного молока из Англии за 1928 г. выразился в 11 тыс. с лишним тонн.

Главными рынками сбыта для английского экспорта и реэкспорта сухого молока являются английские владения, преимущественно—Индия и Английская Южная Африка.

Новая Зеландия

Производство молочных консервов сосредоточено в южной части Южного о-ва, при чем доминирует выработка сухого молока. В то время, как сгущенное молоко предназначается для удовлетворения местного внутреннего спроса, сухое молоко вырабатывается главным образом для экспорта.

Развитие новозеландского экспорта сухого молока проходило удивительно быстрым темпом: за период 1909—1913 г.г. средний годовой экспорт молочных консервов составлял только 60 тонн. К 1919 г. экспорт сухого молока возрос до 3.765 тонн, а в 1925 г. он составлял уже 5.725 тонн.

В последующие годы экспорт сухого молока развивался следующим образом: 1926 г.—4.590 тонн, в 1927 г.—4.940 тонн и в 1928 г.—7.205 тонн; таким образом экспорт сухого молока в 1928 г. по сравнению с предшествовавшим годом возрос на 46%.

Важнейшим рынком для новозеландского сухого молока является Англия, затем Северо-Американские Соединенные Штаты и Германия.

Франция

Заводы молочных консервов в этой стране построены только в последнее время, при чем доминирующее значение

имеет производство сгущенного молока. Продукция сухого молока идет главным образом на удовлетворение внутреннего спроса и в экспорте играет весьма незначительную роль.

Союз Советских Социалистических Республик

Вышеприведенные данные говорят о богатейшей общей перспективе мировой молочно-консервной промышленности. Особенный интерес приобретает то обстоятельство, что СССР относится к числу стран, обладающих благоприятными условиями для производства сгущенного и сухого молока.

Достаточно напомнить, что сбыт молока в консервированном виде позволяет оплачивать его производителю на 20—50% выше, чем при переработке на масло или сыр, и таким образом значительно стимулировать производство молока в сельском хозяйстве.

Если к этому прибавить значительную транспортабельность этих продуктов, обусловливаемую современными способами выработки, возможность сохранения ценных физиологических качеств молока, а также весьма большую емкость внутреннего и заграничных рынков, то станет очевидным, что данная отрасль с.-х. индустрии в СССР представляется чрезвычайно важной как с точки зрения интересов сельского хозяйства, так и по линии организации потребления (относительно недорогой, стойкий, высокоценный по своим питательным качествам продукт).

К большому сожалению приходится констатировать, что до сего времени производству сгущенного и сухого молока в СССР уделяется весьма незначительное внимание.[1]

В данный момент в СССР имеется один завод молочных консервов, в Смоленской губернии, с годовой производительностью около 350 тонн сгущенного молока, при чем сгущение молока производится тарелочным способом (устаревшим и

[1] См. нашу статью „Заброшенная отрасль молочной промышленности" в газете „Экономическая жизнь" № 172 (3193) от 30 июля 1929 г.

мало рентабельным), а сушка—на барабанном аппарате старой конструкции. Второй завод, находящийся при Вологодском мол.-хоз. институте, несмотря на наличие большого вакуум-аппарата (тоже старой конструкции), вследствие недостаточного количества сырья [2] дает еще меньшую производительность, чем первый; и наконец, на юге СССР, в Мелитопольском районе есть завод, принадлежащий небольшой кооперативной артели, на котором вырабатывается только сухое молоко.

Механизация на первых двух заводах отсутствует, оборудование примитивное, и поэтому нельзя пред'являть к ним требования выпуска высокосортного продукта.

Кроме упомянутых заводов при некоторых кондитерских фабриках имеются вакуумные установки для приготовления сгущенного молока, но эти установки весьма устаревшей конструкции, и выпускаемый ими продукт заставляет желать много лучшего. Несмотря на такое положение советского производства сгущенного и сухого молока, плановыми предположениями на 1930 г. предусматривается постройка в РСФСР только трех молочно-консервных заводов: Акционерным о-вом «Маслогосторг»—двух заводов и Всероссийским союзом молочной кооперации, «Маслоцентром»—одного завода. Каждый молочно-консервный завод минимальной производительностью около 1.100 тонн сгущенного молока с сахаром потребует заноса в течение года до 3.000 тонн свежего, высокосортного молока, каковое количество можно получить от организуемых в настоящее время разными организациями крупных молочных ферм, а также в колхозах и совхозах. Самые скромные подсчеты показывают исключительную рентабельность данного предприятия.

Необходимо особенно серьезно учесть далее, что молочные консервы:

во-первых, будучи заготовлены в разгар молочного сезона и в местностях получения дешевого молока, легко

[2] Молоко, поступающее на завод, идет преимущественно на выработку масла, голландского сыра и кисло-молочных продуктов.

могут устранять те затруднения в снабжении городов свежим цельным молоком, которые имеют место в СССР в холодное время года;

во-вторых, могут итти на снабжение населения областей с мало развитым молочным хозяйством, а также для снабжения рабочих целого ряда промышленных предприятий, расположенных в местностях, лишенных молочного хозяйства;

в-третьих, с большой выгодой могут быть использованы на снабжение нашего торогового и военного морского флота, а также для образования продовольственных резервов разного назначения;

в-четвертых, представляя необходимое сырье для кондитерской промышленности, смогут удовлетворить усиленный на него спрос со стороны развивающейся в СССР этой отрасли промышленности.

Удовлетворение кондитерской промышленности сгущенным и сухим молоком устранит недопустимое явление— снятие кондитерскими фабриками свежего молока с городских рынков, что, не говоря уже о невыгодности такой операции с коммерческой точки зрения, в некоторые месяцы года ведет к повышению цены молока на городском рынке и, в некоторой степени, к созданию кризиса в снабжении городского населения свежим молоком.

И, наконец, в-пятых, молочные консервы, при экспорте их, дадут значительные валютные ценности.

Следует отметить, что вышеизложенное, в отношении сгущенного и сухого молока, производимого в СССР, будет иметь место лишь в том случае, если эти продукты будут отвечать требованиям, пред'являемым к высокосортному продукту, что исключительно важно при экспорте их за границу.

Если допустима кустарщина в выработке других молочных продуктов, то при изготовлении молочных консервов, чтобы получить хороший продукт (а производство такого продукта только и следует организовать в СССР), должны

быть соблюдены все тонкости этого, на первый взгляд простого, производства.

Особенно нельзя упускать из виду, что за последнее время в области аппаратуры по выработке упомянутых продуктов за границей (главным образом в Северо-Американских Соединенных Штатах) имеется ряд усовершенствований, которые должны быть применены при строительстве в СССР заводов молочных консервов.

ГЛАВА II

СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ СУХОГО МОЛОКА

Различные способы получения сухого молока

Сущность всех способов получения сухого молока заключается в максимально-возможном удалении воды из свежего молока. Эта цель может быть достигнута путем применения или холода или тепла.

Способ получения сухого молока путем применения холода сводится к «вымораживанию» из молока воды, проводимому в специальном аппарате. Однако, вследствие слабой растворимости готового продукта и бактериальной его зараженности, этот метод не вышел из области лабораторных опытов и никакого промышленного значения не получил, тогда как изготовление сухого молока путем применения тепла нашло широкое распространение. Все способы получения сухого молока по этому принципу могут быть подразделены на три главных группы:

1. «Массовый» способ.
2. «Пленочный» способ.
3. «Распылительный» способ.

В качестве иллюстрации выработки сухого молока по «массовому» способу нами приводятся процесс Уиммера и процесс Кэмпбелля.

Процесс Уиммера

Первая операция этого процесса заключается в том, что сгущение молока под пониженным давлением происходит

при непрерывном его размешивании до тех пор, пока содержание в нем влаги не понизится до 30—25%. Дальнейшая сушка полученного продукта происходит при температуре ниже точки плавления жира, пока влажность продукта не уменьшится до 15—12%. После этого масса подвергается размолу, и полученный порошок еще высушивается до содержания в нем влаги 6—7%.

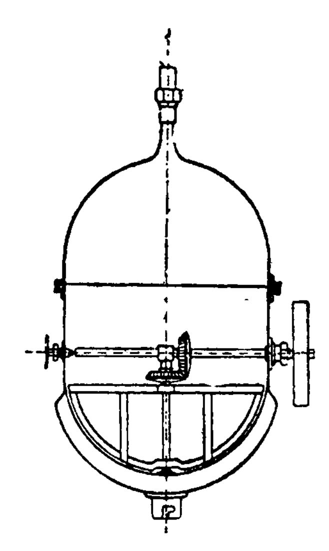


Рис. 1. Аппарат, изготовляющий сухое молоко по процессу Уиммера.

Таким образом изготовляется сухое молоко по «массовому» способу, посредством ряда последовательных операций, предложенных Уиммером.

Процесс Кэмпбелля

Сущность процесса Кэмпбелля (рис. № 2) заключается в сгущении молока посредством продувания через последнее нагретого воздуха, для чего пользуются двустенным открытым котлом, при чем подогревание в нем молока достигается «водяной рубашкой» и вышеупомянутым продуванием нагретого воздуха.

При упомянутом процессе молоко сгущается до высокой степени концентрации и в результате настолько обезвоживается, что превращается в тестообразную массу, которая затем механически раздробляется и обезвоживается дополнительно, для чего раздробленные частички массы раскладываются на специальные полки или сита, или на иные приспособления для высушивания в сушильной камере, где они и выдерживаются при температуре ниже предела свертывания альбуминов.

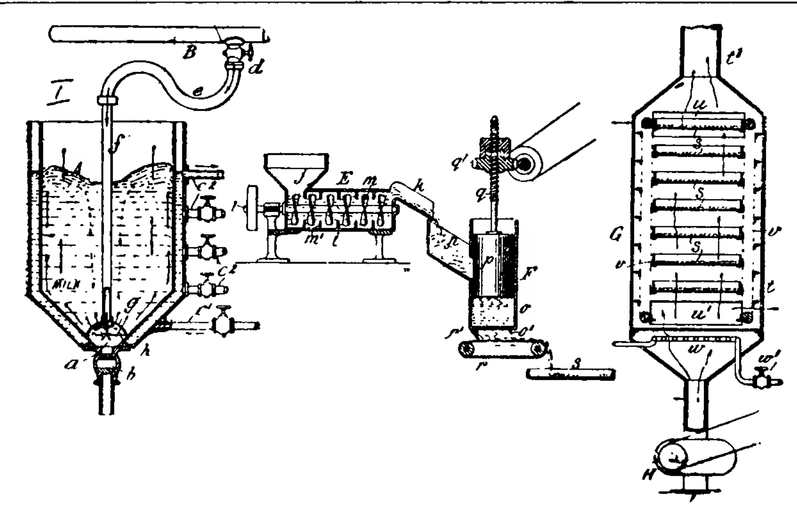


Рис. № 2. Оборудование для изготовления сухого молока по процессу Кэмпбелля.

I. Открытый котел для сгущения молока:
a —отверстие для выпуска сгущенного молока,
b —кран,
c —водяная рубашка с непрерывной циркуляций горячей воды,
c'—трубопровод для подвода горячей воды в рубашку,
c²—отвод воды из рубашки,
B—трубопровод для подвода воздуха:
e —соединительный воздушный рукав,
f —центральная воздушная труба,
g —воздухораспределительный колпак,
t —корпус сушильной камеры.

II. Мельница
i —рабочий цилиндр,
J —загрузочная воронка,
k —выгрузочный жолоб,
l —горизонтальная ось с приводным шкивом,
m—дробящие била,
m'—дробящие ребра,
F—вермишельная машина:
n —приемный ковш,
o —цилиндрическая рабочая камера,
p —поршень,
q —червячный винт,
q'—червячная гайка,
o'—мелкие выходные отверстия,
r —передаточный конвейер,
s —приемник с сетчатым дном,

III. Воздушная сушилка:
t —корпус сушилки,
H—вентилятор для воздуха,

t′ —выпускная труба для воздуха,
u —отверстие для загрузки сит в камеру,
u′ —отверстие для вынимания сит,
v —бесконечные цепи с упорами для поддержки сит,
w —змеевиковый подогреватель воздуха,
w′—труба для подвода к змеевику циркулирующей горячей воды.

Вышеприведенное оборудование иллюстрирует второй метод изготовления сухого молока по «массовому» способу. Получаемое после переработки по процессу Кэмпбелля сухое молоко для придания ему товарного вида требует еще измельчания в порошок и соответствующего просеивания.

«Пленочный способ»

Этот способ изготовления сухого молока состоит в том, что свежее натуральное молоко, попадая тонким слоем тем или иным образом на нагретую поверхность вращающегося металлического барабана, высыхает на последнем в виде пленки, которая снимается с барабана и затем размельчается в тонкий порошок, являющийся конечным продуктом.

Получение сухого молока в виде тонкой пленки и послужило основанием к тому, что этот способ называется «пленочным».

Машины, изготовляющие сухое молоко по «пленочному» способу имеют один, два или больше вращающихся металлических барабанов. Через эти барабаны, для сообщения их поверхности определенной высокой температуры, пропускаются или горячая вода или пар. Снимание с вращающегося барабана (или барабанов) образующейся, в результате высушивания тонкого слоя натурального молока, сухой пленки достигается автоматически посредством соответствующим образом установленных особых ножей.

Образования на барабане тонкого слоя молока можно достигнуть различным образом—или опусканием нижней части одного вращающегося барабана в молоко, налитое в специальный продолговатый бак, несколько превосходящий по

длине барабан, или же путем опрыскивания молоком нижней части барабана. И в том и в другом случае вращению барабана придается такая скорость, чтобы слой молока, по мере совершения почти полного оборота барабана, успел совершенно высохнуть и обратиться в тонкую сухую пленку. При наличии же в машине двух барабанов, последние должны быть плотно, по всей длине образующей цилиндра, приложены друг к другу; молоко наливается сверху, и известная его часть удерживается в пространстве, образованном вращающимися в разные стороны барабанами. Слой молока, находящийся на горячей поверхности барабана, вследствие получения от последней большого количества тепла, так же как и в первом случае, испаряет воду и, по мере завершения почти полного оборота барабана, обращается в сухую и напоминающую тончайшую папиросную бумагу пленку, которая по снятии с барабана передается по конвейерам в мельницу, где и размалывается в тонкий порошок. Принцип сушки по «пленочному» способу не является новым и применялся шестьдесят слишком лет тому назад при изготовлении листов желатина. В отношении молока «пленочный» способ начал применяться позже, а именно—с 1898 г.

Первоначальные конструкции машин, изготовляющих сухое молоко по «пленочному» способу, заставляли желать много лучшего. Вырабатываемый ими продукт был низким по качеству и плохо растворялся в воде. Введенные в конструкции упомянутых машин и методы их эксплоатации, за последнее время, изменения и улучшения устранили ряд весьма нежелательных пороков в готовом продукте, значительно повысив качество последнего, главным образом за счет: равномерной передачи на поверхность барабана молока в виде тонкого слоя усовершенствования контроля над температурой поверхности барабана и подлежащего высушиванию молока и, наконец, правильного соотношения между скоростью вращения барабана и быстротой и полнотой высушивания молока.

Получение сухого молока из натурального свежего и предварительно сгущенного молока

Цельное молоко, а в особенности такие побочные продукты при маслоделии, как снятое молоко и пахтанье, содержат большое количество воды. В молоке русского скота содержание воды составляет в среднем 86,7%, а в снятом молоке—примерно около 90%. Удаление воды из молока (или из обрата) посредством высушивания его на барабане отняло бы много времени и значительно понизило бы пропускную способность барабана. Поэтому более целесообразным и экономичным является высушивание на барабане не натурального свежего молока, а предварительно сгущенного до известной степени концентрации. Сгущение молока может производиться или посредством вакуум-аппарата, или каким-либо иным способом. В Северо-Американских Соединенных Штатах, несмотря на высокое развитие техники в различных отраслях промышленности этой страны, в молочно-консервной промышленности все еще наблюдается изготовление сухого молока посредством высушивания на барабане натурального молока, но следует сказать, что с каждым годом этот способ все больше и больше уступает место «пленочному» методу, обрабатывающему предварительно сгущенное молоко.

Применение «пленочного» способа при атмосферном давлении и при вакууме

В настоящее время существуют две основных группы машин, изготовляющих сухое молоко по «пленочному» способу и нашедших в Северо-Американских Соединенных Штатах широкое практическое применение, а именно: в одной из них высушивание молока производится под атмосферным давлением, а в другой—при давлении пониженном (в вакууме).

В рабочем процессе машин первой категории главным отрицательным моментом является то обстоятельство, что

молоко неизбежно подвергается действию относительно высоких температур, а это, в свою очередь, отражается неблагоприятно на растворимости готового продукта, понижая это свойство, которое для сухого цельного или сухого снятого молока, как пищевых продуктов, играет весьма важную роль.

В машинах второй категории одним из важных улучшений «пленочного» способа—с точки зрения сохранения свойства растворимости готового продукта—является заключение вращающегося барабана в вакуум-камеру и проведение процесса высушивания при пониженном давлении, большим преимуществом которого является относительно низкая температура рабочего процесса сушки.

При вакуумном режиме разница между температурой молока и поверхностью нагрева барабана становится большей и способствует более быстрой теплопередаче, что, в свою очередь, ускоряет выпаривание воды из молока. Кроме того низкие температуры сушки молока при вакууме способствуют, как уже говорилось выше, сохранению растворимости готового продукта. С целью устранения высоких температур, вредно отражающихся на растворимости сухого молока, также желательно, чтобы при нагревании паром барабанов в последних также поддерживалось некоторое разрежение (вакуум), благодаря которому температура поверхности нагрева будет более низкой.

По приведенным соображениям желательно, чтобы, при изготовлении сухого молока по «пленочному» способу, применялись машины второй категории, т. е. вакуум-сушильные машины.

«Распылительный» способ

Сущность «распылительного» способа заключается в том, что вводимое в специальную камеру натуральное молоко (или снятое молоко, или пахтанье) приводится в состояние сильного распыления, подвергаясь при этом действию нагретого воздуха. Раз’единенные между собой мельчайшие частички

молока легко отдают нагретому воздуху воду, а остающееся сухое его вещество, в виде походящих на снежинки хлопьев, или крупинок иной формы, оседает на стенки и дно сушильной камеры.

«Распылительный» способ, так же как и «пленочный», был известен еще до применения его для переработки молока. Уже в 1872 г. «распылительным» способом пользовались для высушивания жидких веществ. В молочно-консервной промышленности он стал применяться с 1901 г. С этого времени и до наших дней была произведена большая исследовательская работа в области приготовления молока по «распылительному» способу, при чем последний подвергся значительным изменениям в смысле улучшения его методов и усовершенствования конструкции соответствующих машин.

Главные достижения конструктивного характера выразились: в повышении эффективности работы; улавливании улетучивающейся из главной сушильной камеры молочной пыли; обеспечении готовому продукту низкого содержания влаги и хорошей растворимости и повышении его общего качества.

В настоящее время в Северо-Американских Соединенных Штатах на молочно-консервных заводах приняты и пользуются успехом несколько вариантов «распылительного» способа изготовления сухого цельного и снятого молока и сухих сливок. Эти варианты разнятся между собою, главным образом: степенью концентрации натурального молока перед процессом высушивания; принципом осуществления «распыления»; методом улавливания молочной пыли и быстротой удаления готового продукта из горячей сушильной камеры.

Так как для изготовления сухого молока может употребляться непосредственно или натуральное молоко или предварительно сгущенное, то очевидно, что в последнем случае время, необходимое для завершения процесса переработки, значительно сокращается. В большинстве случаев сгущение молока производится посредством вакуумной установки, но здесь следует указать, что наиболее экономичным

образом сгущение может достигаться пропусканием через подготовленное для распыления молоко нагретого воздуха, выходящего из сушильной камеры.

Методы осуществления «распыления молока»

«Распыление» молока в сушильной камере обычно осуществляется по одному из нижеследующих двух методов: а) молоко пропускается под высоким давлением через одну форсунку, или через серию малых форсунок, выходя из которых оно превращается в пылевидное состояние. Обычно форсунки устанавливаются неподвижно, а иногда они делаются вращающимися; б) «распыление» производится посредством центробежной силы, для чего молоко поступает на быстро вращающийся диск и вследствие центробежной силы отбрасывается к стенкам сушильной камеры, образуя похожую на зонтик распыленную массу, через которую поднимается кверху нагретый воздух.

Улавливание молочной пыли

Нагретый воздух, проходя через сушильную камеру и отнимая воду от разъединенных между собою мельчайших частичек молока, в то же время может своим потоком уносить с собой много пылеобразного сухого вещества молока (в дальнейшем для краткости называемого «молочной пылью»), отчего выход продукта значительно уменьшается.

Для предотвращения этого явления существуют различные приспособления, направленные к улавливанию молочной пыли. Наиболее эффективным является такое из них, при котором поступающий поток нагретого сухого воздуха ударяется вначале в распыленные наиболее высушенные слои молока и уже затем проходит через остальную распыленную массу молока, отдавая последней большую часть захваченной им вначале молочной пыли; выход потока воздуха из сушильной камеры устраивается по возможности ближе ко

входному отверстию молока. Эффективность улавливания молочной пыли может быть еще более повышена посредством пропускания выходящего потока нагретого воздуха через «предварительное распыление», которым достигается подогревание и сгущение молока перед поступлением последнего в распыленном виде в сушильную камеру. При отсутствии приспособлений, направляющих поток нагретого воздуха вышеописанным образом, необходимо устанавливать различные специальные и дорого стоящие приборы, так называемые «коллекторы для улавливания молочной пыли», так как в противном случае потери сухого молока в уходящем потоке нагретого воздуха будут очень велики.

Удаление сухого молока из сушильных камер

В большинстве первоначальных конструкций аппаратуры для изготовления сухого молока по «распылительному» способу готовый продукт, оседавший на стенках и дне сушильной камеры, оставался в последней до тех пор, пока не заканчивалась намеченная дневная переработка. Подобная задержка молочного порошка в сушильной камере в течение большого промежутка времени под действием высокой температуры отражалась весьма неблагоприятно на его качестве и растворимости, а также сохранности витаминов. Поэтому в новейших конструкциях машин, находящих за последнее время применение на американских молочно-консервных заводах, имеется специальное приспособление для автоматического удаления из сушильной камеры готового продукта по мере его накопления.

Возможные улучшения в «распылительном способе»

Несмотря на то обстоятельство, что новейшие конструкции машин, относящихся к «распылительному» способу, почти полностью удовлетворяют всем пред'являемым к ним требованиям, все же имеются некоторые детали их конструкции и работы, которые нуждаются в дальнейшем усовершен-

ствовании. Японский профессор Атсуши Мияуоки предвидит, например, возможные и даже необходимые улучшения в отношении способа питания сушильных камер нагретым воздухом, а также в отношении процесса улавливания молочной пыли, которое должно быть более эффективным, нежели этого достигают в данное время. Нынешний метод нагревания поступающего в сушильную камеру воздуха посредством пара следует признать, по мнению упомянутого профессора, дорогим и нерентабельным. Кроме того подобное нагревание воздуха сообщает содержащемуся в нем кислороду повышенную активность в смысле увеличения его вредного влияния на константы молока. В целях устранения этого нежелательного явления имелись предложения использовать при «распылительном» способе газы, получающиеся от сгорания кокса в специальном горне. Дело в том, что кокс хорошего качества почти свободен от водорода и вследствие этого газы, являющиеся продуктом сгорания такого кокса, свободны от водяных паров. Затем почти весь кислород, посредством тщательного наблюдения и регулирования, может быть в данном случае из'ят. Подобный газ содержит значительное количество каменноугольной пыли, которая должна быть удалена фильтрацией. В то же время он является слишком нагретым для сушки и нуждается в охлаждении. Поглощение излишней теплоты газа может быть осуществлено, пропуская газ вокруг парового котла, где он отдает на парообразование часть своего тепла и, значительно охлаждаясь, достигает требуемой температуры.

Что касается освобождения газов от каменноугольной пыли, то эта операция является менее легкой, чем понижение температуры. Кокс, представляющий собою почти чистый углерод, дает после сгорания газы, состоящие преимущественно из двуокиси углерода и азота воздуха. Эти горячие газы увлекают с собою некоторое количество каменноугольной пыли, получаемой из золы, количество которой может достигать 10% от веса всего кокса. Кроме того кокс содержит некоторое количество серы, присутствие которой,

как известно, нежелательно, и поэтому рекомендуется, при приобретении кокса, брать те его сорта, которые содержат низкий процент как золы, так и серы. Большая часть пыли может быть удалена пропусканием газа до поступления его в сушильную камеру через воздушные фильтры. Однако такая фильтрация, если она должна быть проведена в совершенстве, технически трудно осуществима.

Аппарат Коттреля

Имеется основание полагать, что посредством способа пылеулавливания, предлагаемого Коттрелем, можно достигнуть полного очищения газов от дыма и мелкой пыли. Сущность этого способа заключается в использовании электродов высокого напряжения. В аппарате Коттреля имеется ряд металлических цилиндров, присоединенных к одному полюсу, а цепочки, висящие в средине упомянутых цилиндров, присоединены к другому полюсу. При прохождении газов через эти цилиндры частички пыли и дыма, вследствие электрического притяжения, перехватываются или стенками цилиндров или цепочками.

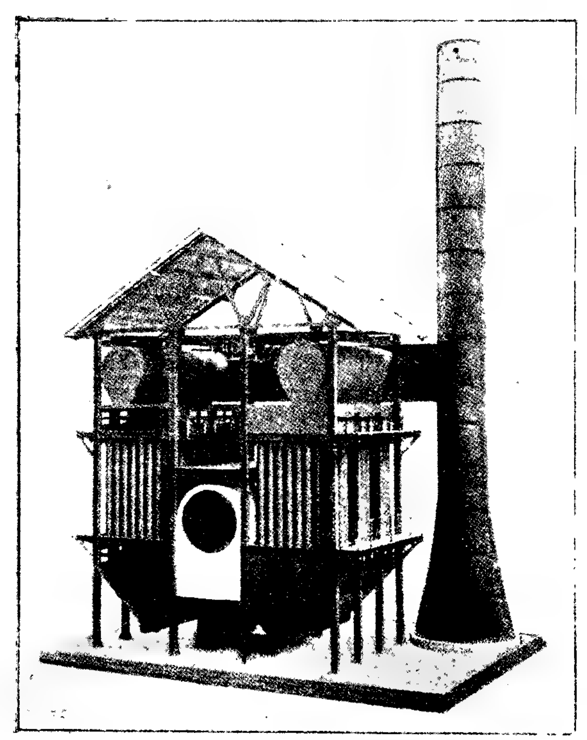


Рис. 3. Аппарат Коттреля.

С аппаратом Коттреля были проделаны многочисленные опыты. Японские исследователи Хирота и Шига сообщают о результатах опытов на плавильном заводе в Ашио; в данном случае об'ем газов исчислялся более чем 4050 куб. метр. в минуту. Количество собираемой за 24 часа пыли колебалось от 6 до 10 тонн. Эффективность пылеулавливания зависит главным образом от устройства горна, производящего газы, а также от влажности и температуры последних.

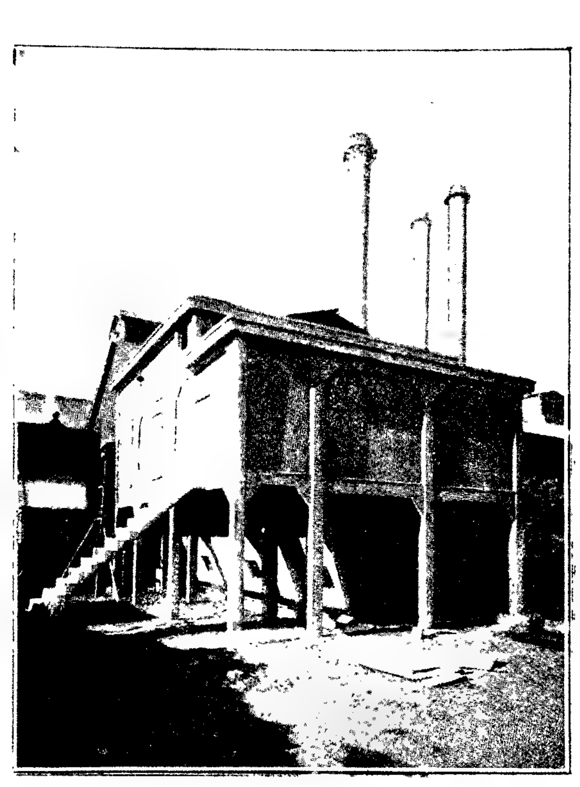


Рис. 4. Вид здания с установленным в нем аппаратом Коттреля.

При благоприятных условиях эффективность пылеулавливания может достигнуть 98%.

По мнению Атсуши Мияуоки очищение по способу Коттреля газов, получаемых от сгорания кокса, может быть проведено таким образом, что представится возможность применить упомянутые газы для сушки молока. Высказывались также предположения, что этот способ может быть использован для улавливания молочной пыли из удаляемого из сушильной камеры воздуха, богатого влагой.

Что касается влияния упомянутого способа на молоко, то проведенные соответствующие опыты показали отсутствие какого бы то ни было ухудшения в качестве сухого молока, за исключением увеличения влажности от 1,04 до 1,95%, что подтвердили химические и бактериологические анализы.

ГЛАВА III

МАШИНЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СУХОГО МОЛОКА

Конструкция Джона Джаста (John Just)

Машины этой конструкции были первыми, которые нашли широкое применение в производстве сухого молока. Изобретателем их является американец.

Существенной частью машины названной конструкции служат два горизонтальных, нагреваемых паром, металлических барабана (цилиндрической формы), которые установлены настолько близко один от другого, что их периферии соприкасаются; над барабанами находится питательный бак с молоком (7), выпускное отверстие из которого (8), запираемое конической пробкой (9), расположено сверху в плоскости симметрии барабанов; сверху и сбоку последних прилажены специальные ножи (11) для соскребывания с поверхности барабанов высушенного молока; сбоку внизу имеются приемные коробки (12), куда падает с цилиндров сухое молоко в виде тонкой пленки.

Для производства сухого молока посредством машины John A. Just свежее натуральное молоко предварительно обрабатывается смесью $CaO + CaCl_2$ или же двойной солью натрия и цитратом кальция в целях понижения его кислотности и гипохлоридом щелочных металлов для сохранения жирных кислот в готовом продукте. Подогревание, а затем и кипячение молока достигается благодаря его соприкосновению с поверхностью нагрева. После соответствующей подготовки молоку позволяют стекать равномерно в определенном количестве на поверхность вращающихся металлических

барабанов, на которых оно высушивается в тонкую пленку, снимающуюся затем вышеупомянутыми специальными ножами. Поверхность нагрева вращающихся металлических барабанов должна иметь температуру выше 100°C, но ниже 133°C.

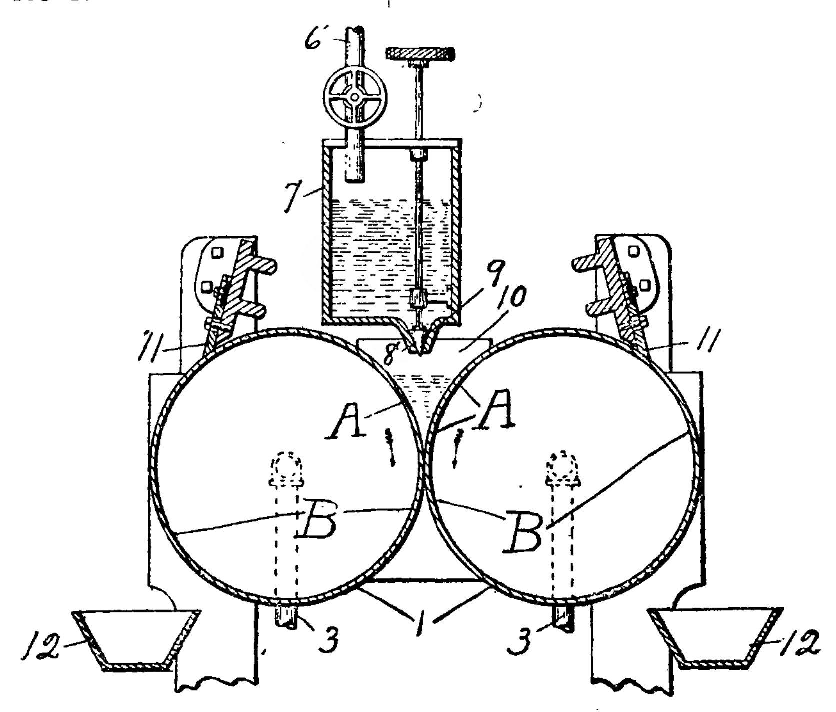


Рис. 5. Машина для изготовлеиия сухого молока конструкции John A. Just.

Здесь следует отметить, что столь высокая температура поверхности нагрева, при которой подогревается молоко, несомненно понижает растворимость готового продукта. Поэтому употребление в предварительной обработке молока нейтрализующих веществ и казеиновых стабилизаторов в виде цитратов преследовало цель свести к минимуму весьма отрицательное влияние высоких температур на растворимость сухого молока.

Конструкция Джаст—Хатмэйкер (Just—Hatmaker)

Машина Just—Hatmaker представляет собою несколько видоизмененный и улучшенный тип машины John A. Jusf и

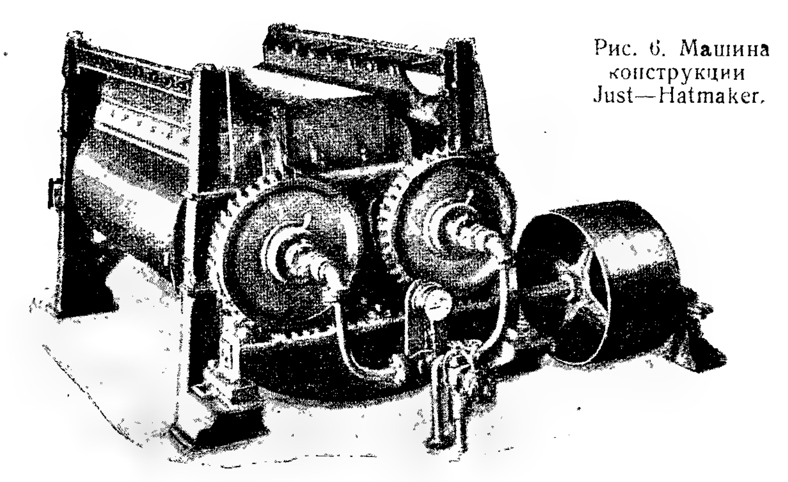


Рис. 6. Машина конструкции Just—Hatmaker.

работает при помощи двух полых, вращающихся в разные стороны металлических барабанов (внешний вид ее показан на рис. 6).

Ниже мы приводим схематический разрез машины.

Рис. 7. Конструкция Just—Hatmaker.

Как видно из разреза, молоко из питательного бака поступает в образованное двумя барабанами пространство, где вследствие высокой температуры оно значительно сгущается и, увлекаемое при вращении барабанов, в виде тонкого слоя на их поверхности (обозначен жирной черной линией),

постепенно высушивается, превращаясь в сухую пленку, которую снимают специальные ножи. Пленка падает в соответствующие приемники, после чего размалывается в тонкий порошок и просеивается.

В начале работы машины барабаны вращаются со скоростью от 6 до 7 оборотов в минуту, затем, в целях сокращения пребывания молока на поверхности нагрева, число оборотов барабанов увеличивается до 14 в минуту. Давление пара, наполняющего барабаны, составляет от 2 до 3 атмосфер.

Конструкция Гатмана (Gathmann)

Машина Gathmann'a, по способу действия, походит на машину конструкции John A. Just'a. Разница только в том, что эта машина состоит из одного барабана, представляющего собой не цилиндр, а усеченный конус, при чем поверхность последнего имеет спиралеобразную нарезку (a).

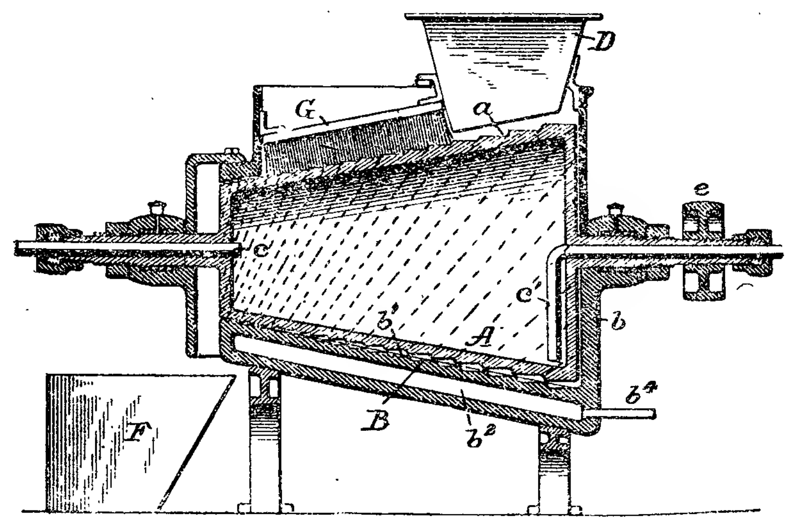


Рис. 8. Конструкция Gatmann'a

Как видно из рисунка, нижняя часть кожуха барабана имеет внутри спиралеобразную нарезку (b), идущую в про-

тивоположную сторону по отношению нарезки (а), вследствие чего при вращении барабана у широкой части последнего начинается разминание сухих пленок молока, которые, по мере их продвижения к узкой части барабана, постепенно размалываются в порошок, как в обыкновенной мельнице. Продвижение размолотого порошка обусловлено спиралеобразной нарезкой. Растертые в порошок сухие молочные пленки постепенно передвигаются к выходному кольцевому зазору на узком конце барабана, через который готовый продукт—сухое молоко—в виде порошка высыпается в приемник (F).

Молоко поступает на барабан через воронку (D) в строго определенных количествах. На узкой части барабана расположена специальная щетка (G), которая удаляет с поверхности барабана все приставшие к ней частички сухого молока.

При подобной конструкции машины изготовление порошкообразного молока происходит непрерывно. Температура поверхности нагрева барабана примерно должна соответствовать температуре кипения воды, но может и превышать последнюю, доходя до 133°С. Молоко поступает через воронку (D) без предварительного подогревания и какой-либо иной подготовки.

Конструкция Миньо-Плюмей (Mignot-Plumey)

Особенность машины этой конструкции заключается в том, что сушка молока происходит при относительно низкой температуре, при чем в машину должно поступать предварительно сгущенное молоко. Главную часть машины представляют обычные при «пленочном» способе изготовления сухого молока два вращающихся барабана, один, из которых имеет диаметр в 30 *см*, а другой—в 75 *см*. Барабан меньшего диаметра не нагревается и, вращаясь в резервуаре с предварительно сгущенным молоком, предназначается только для передачи последнего в виде тонкого слоя на барабан

большего диаметра, который нагревается горячей водой, имеющей температуру примерно 93°С; температура же самой поверхности нагрева барабана большего диаметра не превышает 85°С.

Благодаря такой относительно низкой температуре процесса высушивания молока продолжительность сушки занимает больше времени, чем при пользовании барабаном, нагреваемым паром; вращение барабана в машине Mignot-Plumey происходит также медленнее.

Главным преимуществом машины конструкции Mignot-Plumey является отмеченная выше относительно низкая температура подогревания молока, при которой сводится к минимуму отрицательное влияние высоких температур на растворимость готового продукта. Машины Mignot-Plumey в настоящее время находят применение на некоторых заводах сухого молока во Франции.

Конструкция Джемса Белл (James Bell)

Машины этой конструкции изготовляются в Австралии и весьма распространены в этой стране на заводах молочных консервов, изготовляющих сухое цельное молоко, сухое снятое молоко и сухую пахту. Главную часть машины составляют, так же как и при конструкции Just—Hatmaker, два вращающихся металлических барабана.

Образовавшаяся на их поверхности сухая пленка молока автоматически удаляется с помощью уже описанных специальных ножей.

В образуемое периферией барабанов приемочное пространство молоко поступает из распределительной трубы, расположенной над барабанами, как раз над линией их соприкосновения. В этом пространстве молоко, благодаря действию высокой температуры поверхностей нагрева, сгущается до известной степени и в сгущенном виде, при вращении барабанов, обволакивает последние тонким слоем, который по мере приближения к ножам почти совершенно обезвоживается.

Оси барабанов вращаются на особого устройства шарикоподшипниках, позволяющих в случае необходимости легко вынимать из машины каждый из барабанов, не разбирая другие ее части. Тип машины—открытый, облегчающий удаление из молока газов и водяных паров и тем самым способствующий быстроте выпаривания молока.

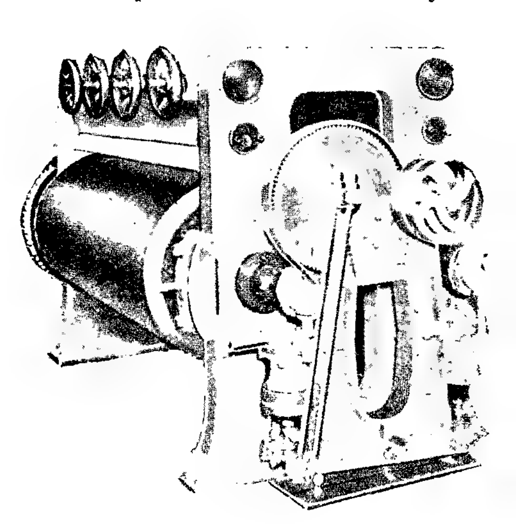


Рис. 9. Машина конструкции James Bell.

На верхней части машинной рамы, как это показано на рис. 9, имеются четыре винта, которыми регулируется положение ножей для снимания высушенной пленки молока.

Одной из ценных особенностей данной конструкции служит наличие в ней особого устройства насосов, которые дают возможность непрерывного отвода сконденсировавшегося пара из барабанов обратно в паровой котел, заменяя находящиеся в широком употреблении, но работающие только периодически водоотводчики (конденсационные горшки). Наличие таких насосов обеспечивает большую однородность и лучшее качество готового продукта, существенно повышая производительность машины, а также значительно сокращая расход топлива.

Конструкция Эмиля Пассбург (Emil Passburg)

Производство сухого молока при помощи машины Emil Passburg происходит по «пленочному» способу, с той лишь разницей, что высушивание молока происходит не под атмосферным давлением, а под пониженным—в вакууме. Для этого один большой вращающийся барабан заключен в

воздухонепроницаемый кожух, в котором поддерживается определенное разрежение. Нагреваемый паром барабан своей нижней частью слегка касается молока, находящегося в специальном резервуаре, благодаря особым приспособлениям, на определенном уровне.

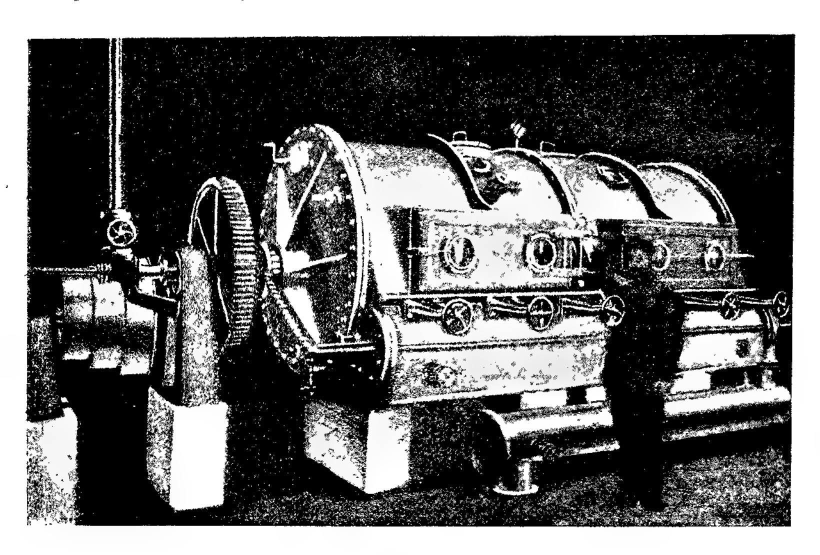


Рис. 10. Машина конструкции Emil Passburg.

Удаляемая с барабана пленка сухого молока (что достигается применением соскребывающих ножей) попадает затем в специальный приемник. Получающиеся при сушке молока водяные пары отводятся в конденсатор, расположенный вне сушильной машины. Температура во внутренности кожуха, т. е. в вакуумной камере, поддерживается во время рабочего процесса в пределах от 44 до 55°C, находясь в зависимости от степени вакуума. Производительность машины Emil Passburg равняется от 1.600 до 1.820 *кг* натурального молока в час. Если имеется в виду изготовление сухого молока в больших количествах, то рекомендуется производить предварительное сгущение натурального молока.

Конструкция Мартина Экенберг (Martin Ekenberg)

Сухое молоко в машине этой конструкции вырабатывается также в условиях пониженного давления, т. е. в вакууме. Главной частью машины является один большой никелевый барабан, заключенный в вакуумную камеру; торцы этого барабана вогнуты. Поступающее в машину натуральное молоко, прежде всего, под некоторым давлением разбрызгивается на вогнутые торцы барабана, где оно несколько сгущается, после чего посредством насоса удаляется из вакуумной камеры. Затем, в сгущенном виде, также под давлением, впрыскивается на поверхность барабана, образуя на последнем тонкий слой, который по мере вращения барабана высушивается. Для образования вполне сухой пленки находящийся на барабане слой молока должен сделать $^3/_4$ оборота. Снимаемая специальными ножами сухая пленка собирается в специальный небольшой приемник, отделенный от рабочей вакуумной камеры рядом «воздушных» замков, благодаря которым удаление сухих пленок не отражается неблагоприятно на состоянии вакуума в главной вакуумной камере.

Из приемника пленки передаются в специальную сушильную камеру, имеющую температуру 32°C, где они и остаются в течение времени, необходимого для выкристаллизовывания молочного сахара (на что обычно уходит около часа), после чего полученный продукт размалывается, просеивается и вообще приводится в готовый вид для сбыта на рынке.

Конструкция Френсиса Говерс (Francis X. Govers)

Конструкция Francis X. Govers предусматривает получение сухого молока по «пленочному» способу также в вакууме. Главными ее частями являются опять-таки два вращающихся полых цилиндрических барабана (5), расположенных относительно так же, как это имеет место в конструкции John A. Just. Оба барабана заключены в воздухонепрони-

цаемый кожух (2), являющийся вакуумной камерой, соединенной посредством трубопровода (27) с вакуум-насосом.

Сверху кожуха помещен питательный бак (1) с вентилем (4), регулирующим поступление натурального молока по трубопроводу (3) в вакуумную камеру.

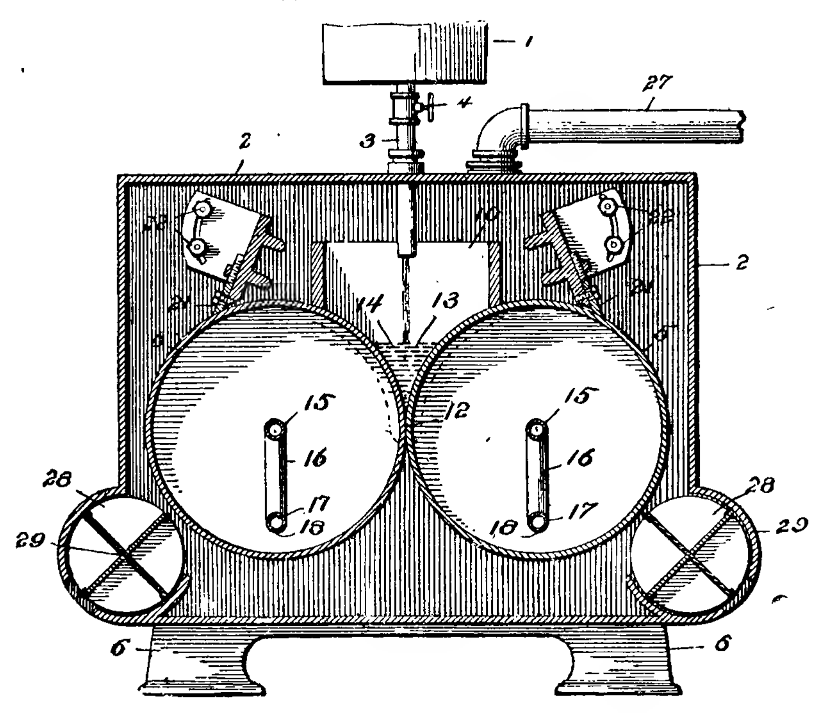


Рис. 11. Машина конструкции Francis X. Govers.

Вверху на обоих противоположных торцах барабанов (5) установлены ограничительные перегородки (10), образующие вместе с частью барабанов небольшое приемное пространство (13 и 14), где поступающее натуральное молоко, вследствие подогревания от барабанов, в некоторой степени сгущается. Барабаны для их нагревания снабжаются через трубопроводы (16) горячей водой. Специального устройства ножи (21) снимают образовывающуюся сухую пленку молока, падающую с поверхности нагрева барабанов во вращаю-

щийся приемник (28 и 29), который удаляет молочные пленки из вакуумной камеры наружу, не нарушая рабочего состояния разрежения.

Целью вышеназванной конструкции является поддержание в вакуумной камере необходимого вакуума, при котором точка кипения молока выражалась бы примерно около 69°С. Через внутренности вращающихся барабанов непрерывно проходит горячая вода, с температурой несколько выше 69°С, но ниже 100°С, так что молоко никогда не подвергается действию даже температуры 100°С.

В приемнике (13) молоко нагревается от вращающихся поверхностей нагрева барабанов примерно до 69°С.

Конструкция Буфловэк (Buflovak)

Конструкция Buflovak (рис. 12) основана на принципе получения сухого молока также по «пленочному» способу, с высушиванием натурального молока в вакууме.

В воздухонепроницаемом кожухе, внутренность которого представляет вакуумную камеру, установлен один вращающийся металлический барабан, служащий для высушивания попадающего на поверхность его нагрева тонкого слоя молока.

Положительной особенностью данной конструкции является устранение возможности непосредственного постоянного соприкосновения барабана с молоком, т. е. такого положения, при котором барабан во все время работы был бы несколько погружен в молоко. В вакуумной камере (рис. 13) находится лишь незначительное количество молока. Главный же бак с молоком расположен внизу, и по мере надобности молоко из него насосом подается в вакуумную камеру.

Высушенное молоко снимается с барабана специально приглаженными ножами и падает вниз на винтовой конвейер, который передает его в два приемника, расположенных на обоих концах машины.

Наличие двух приемников предусмотрено с той целью, чтобы один из них, в случае наполнения, можно было

разгружать, в то время как другой находился бы в работе, что позволяет вести работу непрерывно, не останавливая машины и не нарушая вакуума. В целях устранения

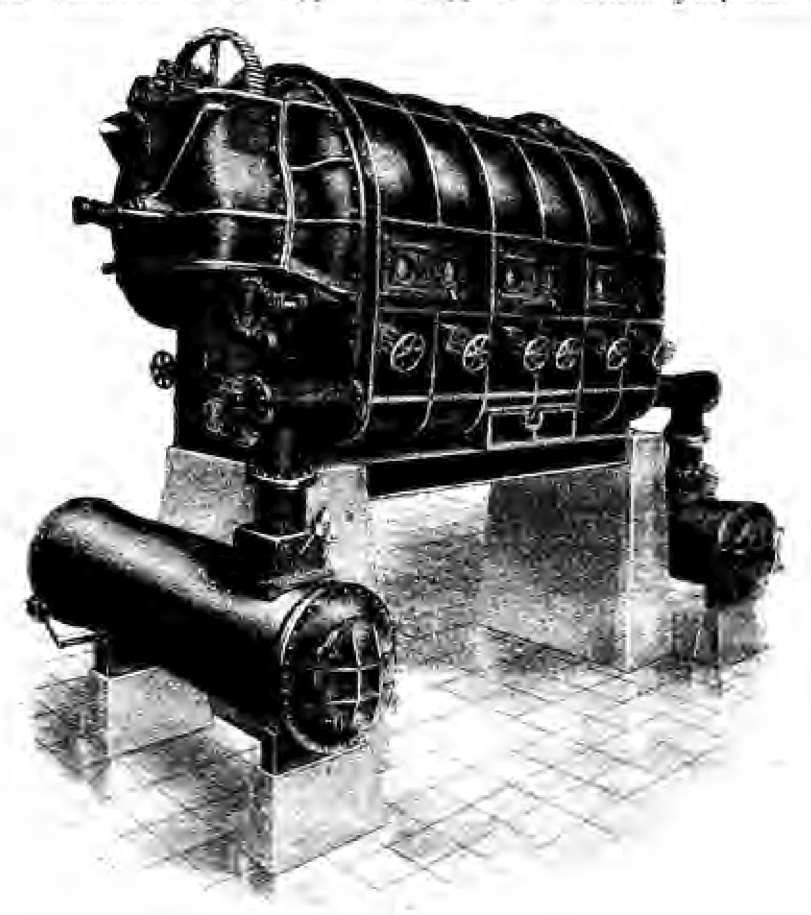


Рис. 12. Машина конструкции Buflovak.

утечки вместе с водяными парами и молочной пыли имеется специальный коллектор. Вышеприведенная конструкция позволяет достигать в конечном продукте основных его качеств, а именно: растворимости, однородности, чистоты, и обусло-

вливает высокий выход и низкие производственные расходы.

Кроме описанной конструкции существует машина Buf-

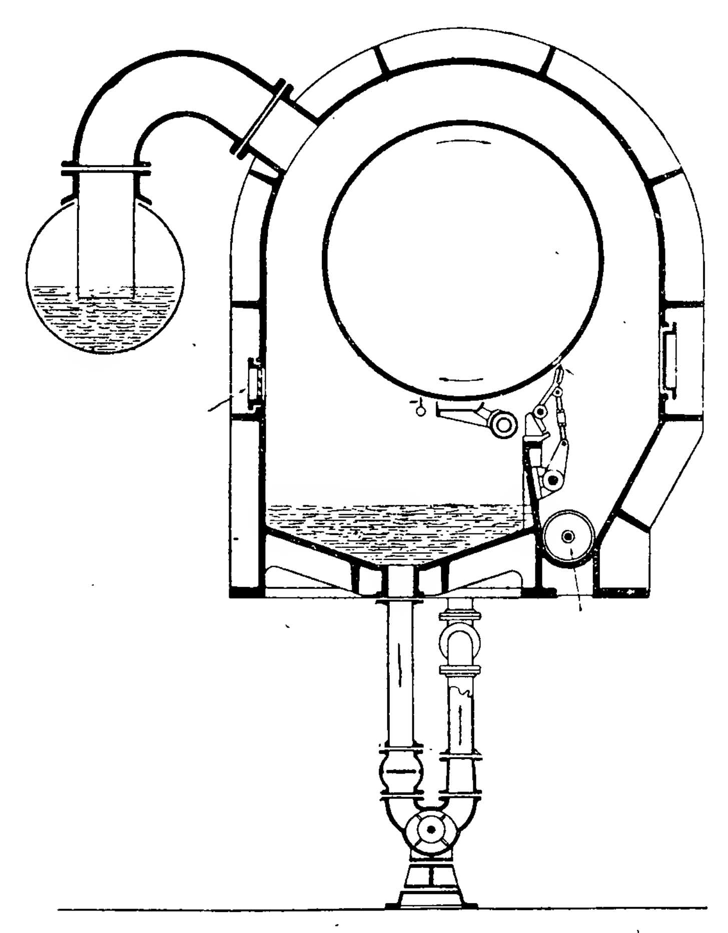


Рис. 13. Конструкция Buflovak.

lovak, работающая под атмосферным давлением и предназначенная для высушивания пахты (рис. 14).

Изготовляется она в Северо-Американских Соединенных Штатах в целях удовлетворения спроса со стороны круп-

ных фермерских хозяйств, в которых она применяется для высушивания пахты, идущей на корм скоту.

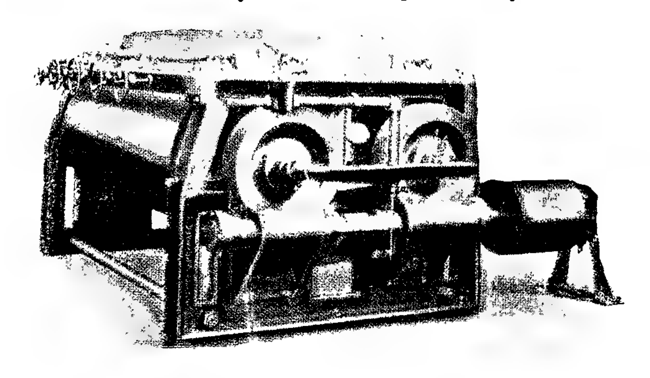


Рис. 14. Машина конструкции Buflovak для сушки пахты.

Машина имеет два вращающихся металлических барабана и специальные конвейеры для передачи готового продукта в приемники.

Комбинированный вакуум-аппарат для сгущения и сушки молока

Заслуживает особенного интереса сконструированная в последнее время одной крупной американской фирмой (The Chemical and Vacuum Machinery Co, Buffalo N. Y.) комбинированная машина для изготовления сгущенного и сухого молока (или сгущения и высушивания вообще каких-либо жидкостей). Посредством этой машины (рис. 16) можно готовить или одно сгущенное молоко, или же сухое молоко, но из сгущенного молока, получая возможность в данном случае провести предварительное сгущение и последующее высушивание молока в одной и той же машине.

Из рис. 16 видно, что верхняя ее часть представляет собою вакуумную сушилку, изготовляющую сухое молоко по «пленочному» способу, к которой снизу примыкает быстро действующий вакуум-выпарный аппарат.

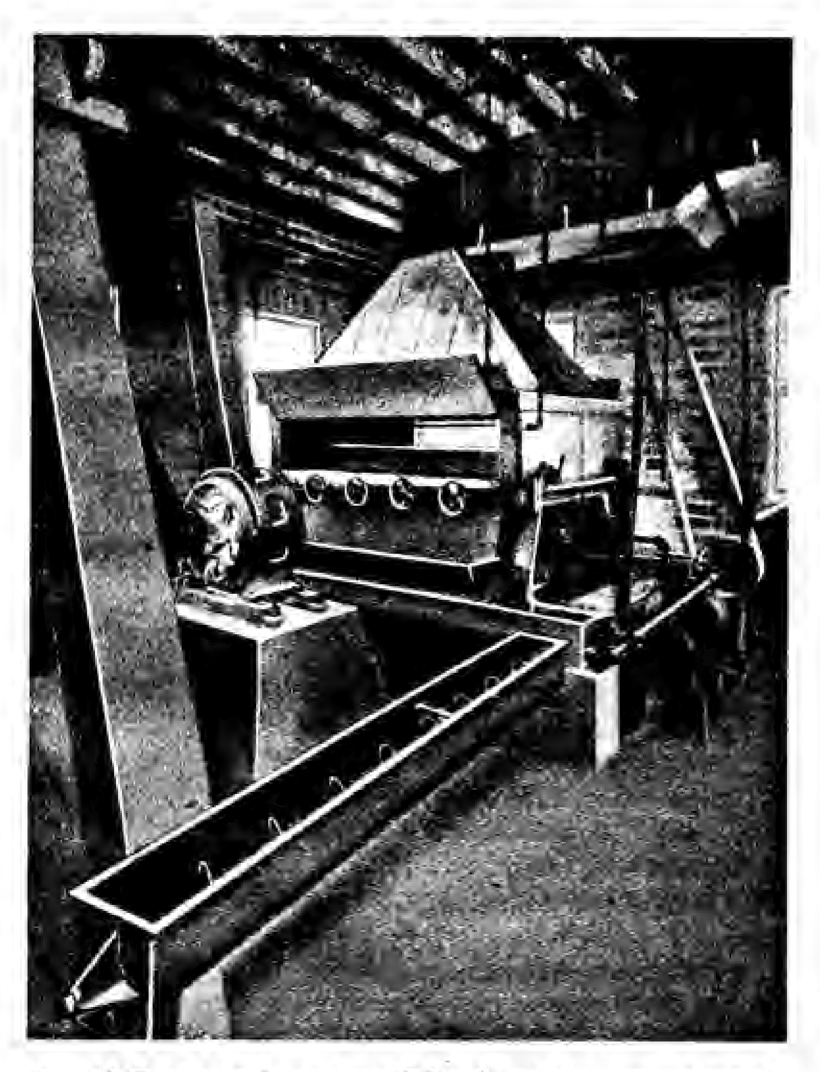


Рис. 15. Вид типовой установки Buflovak для высушивания пахты.

Последний состоит из батареи прямых, небольшого диаметра труб, заключенных в паровую коробку и расположенной отдельно от одной обратной трубы большого диаметра, предназначенной для отвода молока вниз, в то время как в батарейных трубах движение молока направлено вверх. К нижним концам упомянутых труб прикреплен резервуар для молока, а верхние их концы выходят в вакуумную камеру, в которой имеется один большой вращающийся барабан.

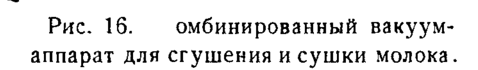


Рис. 16. омбинированный вакуум-аппарат для сгушения и сушки молока.

Как показано на рис., молоко поступает в аппарат снизу, в упомянутый специальный резервуар; подвод пара к паровой коробке— сверху нижней части последней. Для работы комбинированный вакуум-аппарат наполняется молоком до известного и постоянно поддерживаемого самим прибором уровня (см. рис.), после чего открывают доступ пара в паровую коробку. Через короткое время находящееся в трубчатой батарее молоко начинает кипеть, при чем образующиеся в его массе пузырьки пара толкают жидкость по трубам вверх к барабану. Выброшенное таким образом из труб вверх молоко, ударившись о барабан, падает вниз и

возвращается по трубе большого диаметра обратно в резервуар, чтобы снова подняться вверх, повторив предыдущий цикл и т. д. Чем больше нагревается молоко, тем энергичнее происходит описанная циркуляция. Когда молоко достигнет наконец требуемой степени концентрации, то барабан нагревается паром и пускается в ход. Ударяющееся о его поверхность сгущенное молоко оставляет на ней тонкий слой, который по мере вращения барабана высушивается, и, снимаемое в виде сухой пленки специальными ножами, падает в винтовой транспортер, который передает его в приемники. Последних в комбинированном вакуум-аппарате существует два, при чем особый распределительный рычажок позволяет принимать готовый продукт в один из приемников, в то время как другой может разгружаться. Устройство винтового транспортера и обоих приемников таково, что с их помощью можно непрерывно автоматически удалять из комбинированного вакуум-аппарата сухой продукт по мере его изготовления, нисколько не нарушая рабочего состояния вакуума в вакуумной камере.

Поступление молока в комбинированный вакуум-аппарат происходит из питательного бака автоматически, с поддерживанием определенного уровня, благодаря чему достигается непрерывность работы аппарата. В целях поддержания последнего в надлежащей чистоте конструкция его обеспечивает легкий доступ ко всем внутренним его частям.

По отзыву О. Ханзикера вышеописанный комбинированный вакуум-аппарат обладает следующими многими преимуществами: уменьшение расхода пара для нагревания и воды для охлаждения; меньшее количество операций для переработки молока; отсутствие бака для хранения сгущенного молока; меньшая занимаемая установкой площадь пола; меньшая потеря тепла в виде лучеиспускания; меньшая утечка продукта и лучший контроль над составом и качеством продукта.

Конструкция машины, работающей по комбинированному распылительно-пленочному способу

Машина, изготовляющая сухое молоко по комбинированному распылительно-пленочному способу, сконструирована той же американской фирмой [1], что и конструкция предшествующей машины. Особенность ее конструкции (рис. 17) заключается в способе передачи молока на поверхность нагрева барабана.

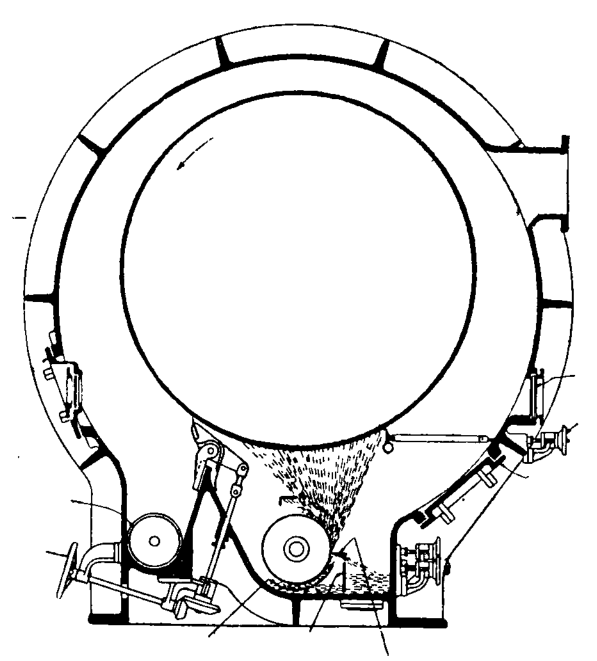


Рис. 17. Конструкция машины, работающей по комбинированному распылительно-пленочному способу.

Возникающие обычно при этом затруднения состоят в том, что в большинстве конструкций машин, работающих по «пленочному» способу, не вполне удается передать на поверхность нагрева барабана молоко в виде тонкого, одина-

[1] The Chemical and Vacuum Machinery Co., Inc. Buffalo, N. Y.

ковой толщины, слоя, в то время как этот момент является одной из самых существенных сторон производства барабанной сушки молока.

Действительно, как показала практика, отсутствие однообразия толщины слоя молока при барабанной сушке дает различное содержание влаги в готовом продукте, а также создает опасность местного пригорания молока к барабану. Все это, в свою очередь, отражается неблагоприятно на вкусе, аромате, окраске и растворимости сухого молока.

Как видно из приведенной схемы, молоко попадает на поверхность барабана в виде распыленной струи, образование которой обусловлено присутствием специального валика, вращающегося в небольшом и мелком резервуаре с молоком. Распыленная струя получается вследствие развивающейся от вращения валика центробежной силы, под действием которой захватываемое валиком молоко отрывается от него по касательной и в форме потока мелких брызг попадает на поверхность нагрева барабана. Скорость вращения валика регулируется в зависимости от качества молока, а толщина слоя последнего на поверхности нагрева барабана определяется установкой особого рефлектора, могущего улавливать большую или меньшую часть распыленной струи. Одними из выдающихся положительных сторон данной сушильной машины являются: приспособление для автоматического удаления из внутренности сушильного барабана неконденсирующихся газов, что повышает эффективность действия поверхности нагрева барабана, и затем—приспособление для впуска пара в сушильный барабан и поддержания в нем давления пара менее одной атмосферы, соответствующего примерно температуре в 93—95°С.

Благодаря соответствующей конструкции работа этой машины происходит автоматически и непрерывно, так же, как и удаление из сушильной камеры готового продукта.

Конструкция Сахара (Sahara)

Машина Sahara (рис. 18), сконструированная Herman Stier из Чикаго, не похожа ни на одну из уже описанных выше конструкций. В основном она состоит из двух соединенных между собой и вращающихся барабанов, находящихся один внутри другого. Назначение внешнего барабана создать тепловую рубашку для нагревания внутреннего барабана.

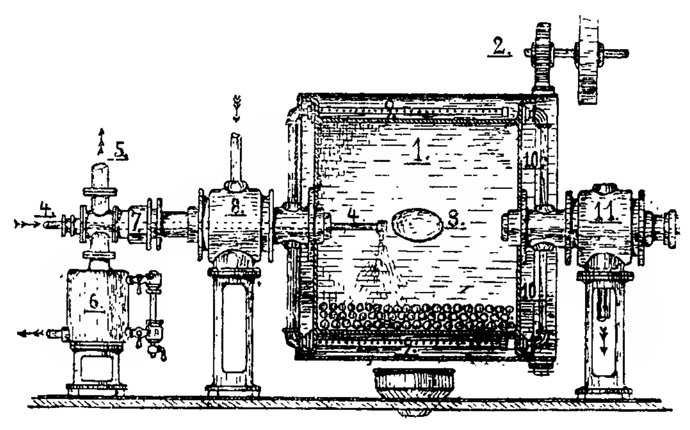


Рис. 18. Конструкция Sahara.

В небольшой кольцевой зазор между внешним и внутренним барабанами вводятся дырчатые трубопроводы (9), через которые поступает теплопередающая среда (пар или горячая вода) для нагревания периферии внутреннего или, как его называют, сушильного барабана (1). Теплопередающая среда входит в упомянутые дырчатые трубопроводы через опору (8); в случае пользования паром мятый пар отводится по трубопроводу через опору (11).

Во внутреннем (сушильном) барабане существует известный вакуум, который достигается работой вакуум-насоса, присоединенного через трубопровод (5). Молоко засасывается через трубопровод (4) во внутренний барабан благодаря существующему в последнем пониженному давлению. Образующиеся при сушке молока водяные пары отводятся через

опору (8) и сальник (7) в конденсатор и вакуум-насос по трубопроводу (5). Увлеченная сухая молочная пыль улавливается специальным прибором (6). Во время работы машины молоко поступает автоматически, благодаря чему обеспечивается непрерывность рабочего процесса. В сушильном барабане имеется некоторое количество металлических шаров, которые при вращении этого барабана находятся в постоянном движении, удаляя с внутренних стенок барабана сухие пленки молока и одновременно перемалывая их в тончайший порошок.

Конструкция Самуэля Перси (Samuel R. Percy)

Предложенная американцем Samuel R. Percy машина для высушивания вязких жидкостей существенно отличается от всех вышеописанных сушильных машин тем, что в ней применяется так называемый «распылительный» принцип, получающий ныне все большее и большее распространение. Эта машина, появившаяся впервые в 1872 г., была по всей вероятности первой, в которой был использован «распылительный» способ, и состояла, главным образом, из камеры, куда под давлением вводилась вместе с нагретым воздухом (или газом) и распылялась данная жидкость. Обезвоживание последней происходило как вследствие распыления жидкости нагретым воздухом (или газом), так и благодаря воздействию на пыль нагретого, сухого воздуха в камере распыления.

Конструкция Штауфа (Stauf)

Конструкция установки Stauf для получения сухого вещества из крови, молока и т. д. явилась первым практическим воплощением принципа Samuel R. Percy в промышленном масштабе.

Конструктивное оборудование Stauf состоит из вертикальной сушильной камеры (e) и двух боковых собирательных камер (h). Во внутренность вертикальной сушильной камеры сбоку вводятся форсунки (d), через которые жидкость,

проходя их под давлением, распыляется в камере, а нагретый воздух, нагнетаемый снизу через нагревательное устройство (f), устремляется вверх и по пути до конуса (g) отнимает от распыленной жидкости влагу. Остающееся сухое вещество не страдает от действия высоких температур вследствие того, что во время испарения из него влаги происходит

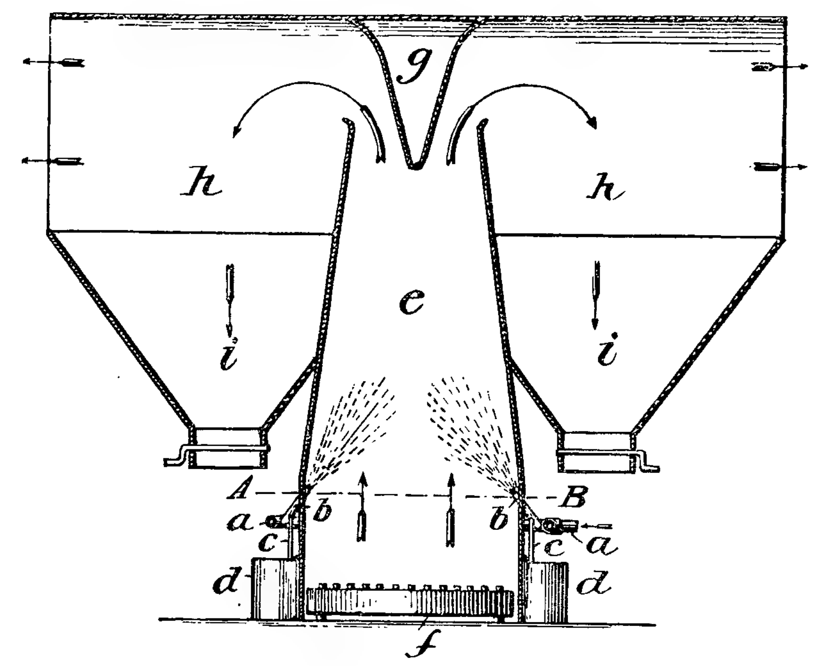


Рис. 19. Конструкция Stauf.

отнятие от его частичек скрытой теплоты парообразования; благодаря последнему явлению охлаждается сухое вещество, и предупреждаются нежелательные химические его изменения.

Вместе с потоком воздуха и водяными парами распыленное сухое вещество у конуса (g) вдувается из сушильной камеры в боковые камеры. К этому времени сухое вещество совершенно лишается влаги. В боковых камерах сухое вещество выпадает из воздушного потока в воронку (i),

а воздух и водяные пары уходят далее через коллектор, в котором улавливается унесенная воздухом и водяными парами часть сухого продукта.

Конструкция Мак-Лаклана (Mec-Lachlan)

Конструкция оборудования Mc. Lachlan (рис. 20) представляет собою видоизменение конструкции Stauf. Центральная сушильня и боковые собирательные камеры последней

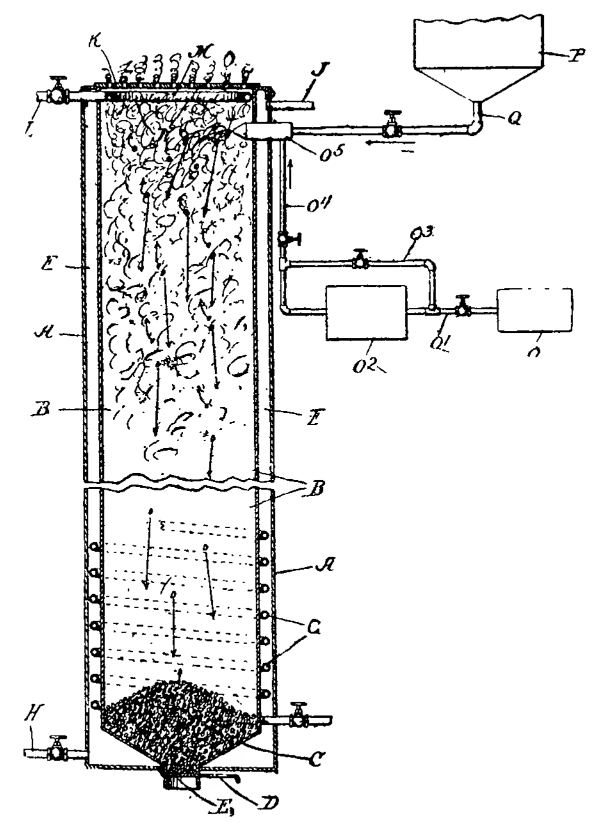


Рис. 20. Конструкция Lachlan.

соединены в одну длинную вертикальную сушильную камеру (B), имеющую двойные стенки; в междустенном

промежутке имеются змеевки (g) для циркуляции в них пара. Возле верхнего края вертикальной сушильной камеры установлена круглая дырчатая труба (L) для нагнетания в камеру нагретого воздуха.

Сбоку, также возле верхнего края сушильной камеры, в последнюю введена форсунка (O^5), которая производит подачу молока в сушильную камеру и его распыление. Насос (O) нагнетает воздух в форсунку (O^5). Внизу сушильная камера имеет обычно закрытое задвижкой (D) отверстие (E) для удаления готового продукта. Сверху сушильной камеры имеется крышка с отверстиями, предназначенными для отвода через них водяных паров.

Процесс сушки молока происходит следующим образом: распыленное форсункой (O^5) молоко падает вниз и под влиянием направленного сверху потока нагретого воздуха постепенно отдает влагу, падая на дно камеры в виде готового продукта, удаляемого, как уже упоминалось, через отверстие (E).

Конструкция Меррель-Соуль (Merrel-Soule Co).

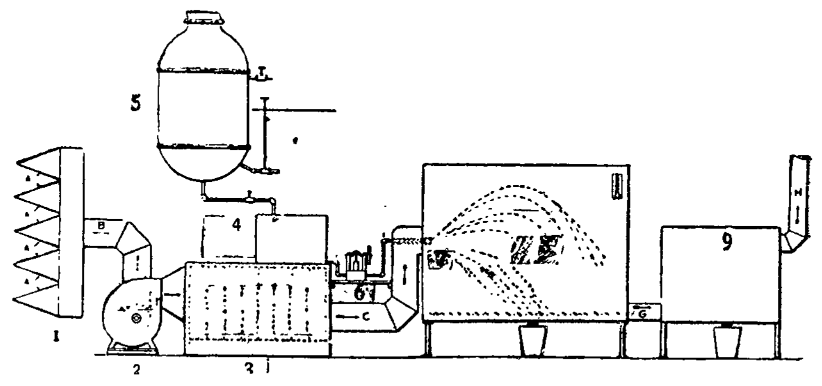


Рис. 21. Конструкция Merrel-Soule Co.

Эта конструкция (схема 21) схожа с конструкцией Stauf; разница между ними заключается в том, что в то время как

первая в качестве исходного продукта пользуется предварительно сгущенным молоком, вторая имеет в виду вообще всякое молоко, независимо от степени его концентрации.

Процесс сушки молока основан на «распылительном» способе. Как видно из приведенной схемы, молоко предварительно сгущается в вакуум-аппарате (5), откуда по трубопроводу поступает в приемный бак (4), а из последнего, посредством насоса, под известным давлением, передается к форсунке (7), при помощи которой оно и распыляется в сушильной камере (8).

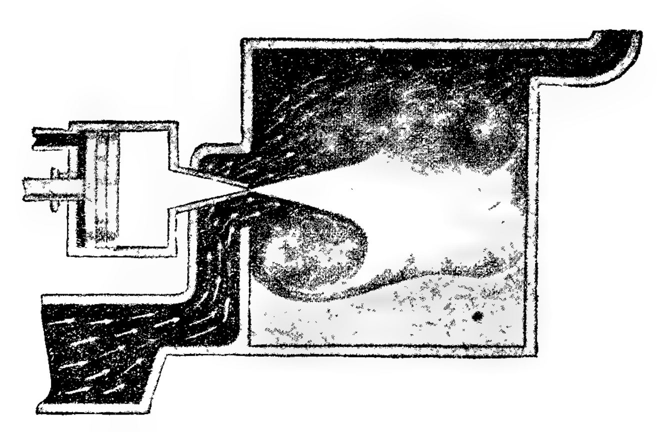


Рис. 22. Распыление молока в сушильной камере конструкции Merrel-Soule Co.

Распыляющееся в сушильной камере молоко высушивается потоком нагретого воздуха, нагнетаемого вентилятором (2) через специальную камеру (3), предназначенную для высушивания и подогрева воздуха. Прежде чем попасть в вентилятор, воздух проходит через фильтр (I).

Размеры сушильной камеры рассчитаны так, что распыляющееся в ней молоко успевает отдать почти всю свою влагу и падает на дно в виде высушенного вещества; воздух с водяными парами направляется далее в коллектор (9), где улавливается увлеченная ими молочная пыль.

Конструкция Чарльса Роджерса (Charles E. Rogers)

Изготовление сухого молока в установке Charles E. Rogers происходит также по «распылительному» способу. За исходный продукт для высушивания принимается сгущенное молоко.

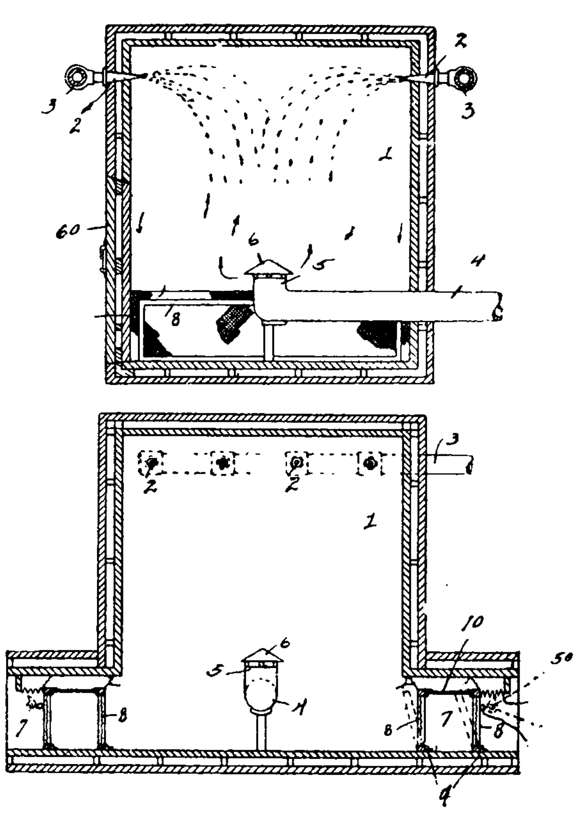


Рис. 23. Конструкция Charles E. Rogers.
1. Сушильная камера. 2. Форсунки для распыления молока. 3. Трубопроводы к форсункам. 4. Подвод нагретого воздуха. 5. Конец воздухопровода. 6. Дефлектор. 7. Канал для удаления воздуха из сушильной камеры. 8. Приспособления для улавливания молочной пыли.

Распыление сгущенного молока в сушильной камере производится через специальные форсунки, расположенные

наверху, на всех четырех стенках этой камеры. Распыленное молоко падает вниз, навстречу идущему из воздухопровода (5) нагретому воздуху, который, задерживая падение распыленного молока, отнимает от него влагу и удаляется вместе с водяным паром через каналы (7), отдавая по пути, благодаря установленным приспособлениям, увлеченную им молочную пыль. Высота сушильной камеры взята таковой, что она является вполне достаточной для высушивания падающего распыленного жидкого молока. Предназначаемое для распыления предварительно сгущенное молоко имеет температуру до 60°С.; температура сушильной камеры колеблется от 82 до 93°С.

Конструкция Грей Дженсен (Gray Jensen)

Оборудование для изготовления сухого молока в исполнении Gray Jensen состоит в основном из большой камеры, где происходит распыление сгущенного молока, и камеры меньшего размера, предназначаемой для предварительного сгущения молока, откуда последнее, в известной степени сгущения, поступает в первую большую камеру. Ход производственного процесса виден из нижеприведенной схемы (24).

Свежее натуральное молоко прежде всего поступает в приемный бак (1), которых может быть один или несколько. Здесь молоко подогревается благодаря создаваемой насосом (4) циркуляции его через подогреватель (2). Когда все молоко в приемном баке подогрето, то оно посредством насоса (3) передается под значительным давлением в камеру для предварительного сгущения (5) и в последней, через форсунки (9), расположенные на вращающейся полой оси, распыляется вверх и в стороны. При таком распылении все частички молока, приставшие к боковым стенкам камеры, стекают вниз. Через камеру для предварительного сгущения проходит нагретый воздух и, отнимая от распыляющегося молока влагу, удаляется через верхнее выходное отверстие (8). В целях предотвращения возможного развития в



Рис. 24. Конструкция Gray Jensen.

молоке кислотности вследствие жизнедеятельности «thermophylie lacteria» оно, после сгущения, снова подогревается до 74°С путем пропускания его через подогреватель (6). Достигшее известной степени концентрации и находящееся в конической части камеры для предварительного сгущения молоко далее, посредством насоса (11), под высоким давлением (приблизительно в 176 атм.) нагнетается в сушильную камеру (12), в которой и распыляется через вращающуюся форсунку (13). Поступающий в сушильную камеру воздух имеет температуру около 127°С, будучи подогрет в специальной камере (14), имеющей для этой цели либо змеевики для циркуляции пара, либо электрическую печку. В камеру нагрева воздух нагнетается вентилятором, приводящимся в действие мотором. Ввод нагретого воздуха в сушильную камеру происходит в нескольких местах и имеет направление по касательной, благодаря чему воздух в камере получает вихревое движение. Подхватываемое вихревыми потоками нагретого воздуха распыленное молоко также вращается с ним, но вследствие центробежной силы постепенно отбрасывается к стенкам камеры и, потеряв к моменту удара о стенки свою влагу, падает в сухом виде в нижнюю коническую часть камеры. Отсюда сухое молоко засасывается в приемник (16), из последнего попадает через воронку (17), просеиваясь на сите (18), в бочку (19), которая в целях более плотной насыпки ее сухим молоком установлена на встряхиваемой платформе.

Вся вышеописанная операция по изготовлению сухого молока происходит непрерывно.

Преимущества конструкции Gray Jensen

По мнению О. Ханзикера отличительными и большими преимуществами этой конструкции являются нижеследующие факторы:

1. Основательное удаление влаги. Высокая степень удаления влаги из распыляющегося молока увели-

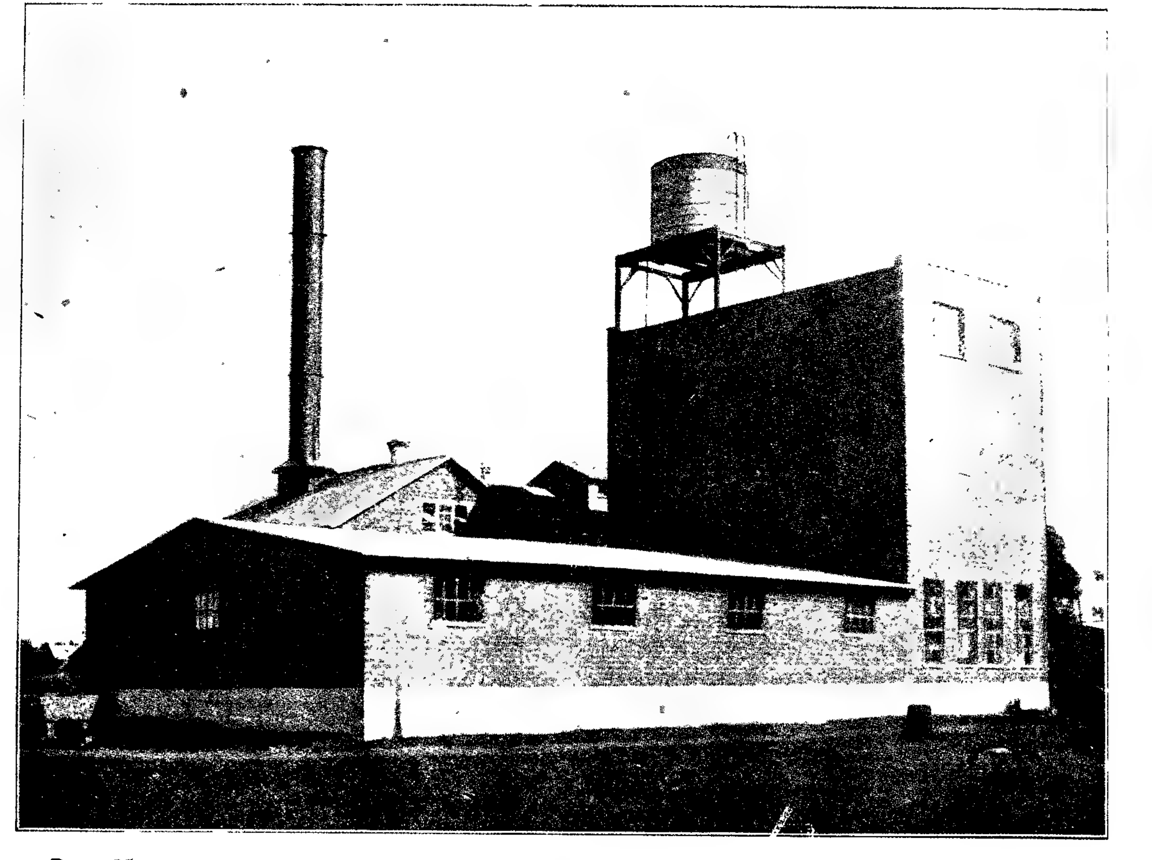


Рис. 25. Внешний вид завода сухого молока, спроектированного и построенного известной американской фирмой Douthitt Engineering Company.

чивается еще тем обстоятельством, что воздух проходит через распыленное молоко постепенно суживающейся к средине камеры спиралью и затем удаляется вверх, при чем наименьшую влажность воздух имеет у периферии камеры и максимальное содержание в нем влаги образуется при достижении им центра камеры. Молоко, поступающее в сушильную камеру через форсунку и распыляющееся в этой камере в центре циклонического движения воздуха, содержит максимальное количество влаги именно в этот момент, и по мере вращения частичек молока в вихревом движении воздуха и их постепенного приближения к периферии камеры они почти совершенно отдают нагретому воздуху свою влагу. При таком процессе высушивания молока окончание сушки происходит как раз в слоях воздуха, имеющего наименьшую влажность. Из изложенного видно, что, чем ближе к периферии подвигаются частички молока, тем все более и более влаги они отдают нагретому воздуху, при чем слои последнего при приближении к периферии камеры являются более сухими, а это обстоятельство способствует как ускорению высушивания молока, так и достижению полноты удаления из него влаги.

2. Сохранение растворимости. Опасность разрушающего влияния высоких температур на растворимость готового продукта является наибольшей в то время, когда молоко находится в жидком состоянии, и практически это влияние совершенно отсутствует в молоке, из которого большая часть влаги удалена; в этом отношении конструкция Gray Jensen имеет дополнительное преимущество в смысле максимального сохранения растворимости готового продукта. Температура циклонического потока воздуха бывает наинизшей, когда он достигает центра сушильной камеры, где содержание влаги в молоке является наибольшим. В то же время частички молока, приходящие в соприкосновение с наиболее нагретым воздухом (у периферии сушильной камеры) имеют наименьшее содержание влаги.

3. Обеспечение наибольшего процента выхода сухого молока. При этой конструкции обеспечивается возможность получения максимального выхода сухого молока. Насыщенный влагой воздух удаляется из центра сушильной камеры, где частички молока являются самыми тяжелыми и откуда благодаря их более высокому удельному весу они центробежной силой все более приближаются к периферии сушильной камеры и ударяются о стенки последней уже совершенно сухими, падая после этого вдоль стенок на дно камеры. Потери молочной пыли с удаляющимся воздухом совершенно предупреждаются вследствие того, что воздух из сушильной камеры проходит в камере предварительного сгущения через распыляющееся молоко и отдает последнему всю молочную пыль, которая может быть им увлечена из сушильной камеры, обусловливая таким образом более полный выход.

4. Максимальная экономия в работе. При конструкции Gray Jensen обеспечивается максимальная экономия топлива. Нагретый воздух поступает в сушильную камеру с температурой в 127°С, оставляет камеру с температурой в 71°С и удаляется из камеры для предварительного сгущения наружу с температурой примерно в 50°С. При использовании нагретого воздуха, удаляемого из сушильной камеры для подогревания и предварительного сгущения натурального молока, возможность потери тепла сводится к минимуму.

5. Устранение вторичного заражения готового продукта. Из сушильной камеры сухое молоко передается к упаковочным машинам таким образом, что устраняется воздействие на него внешнего воздуха и благодаря этому оно предохраняется от попадания в него бактерий, насекомых и вообще разных посторонних веществ. Предохранение сухого молока от действия внешнего воздуха также обеспечивает его от возможности поглощения из воздуха влаги, что, как известно, вредно отражается на растворимости готового продукта.

Конструкция Георга Краузе (George A. Krause)

Установка этой конструкции отличается от перечисленных ранее тем, что для получения в ней распыления молока пользуются не введением в сушильную камеру через форсунки под высоким давлением молока, а центробежной силой. Упомянутая конструкция была изобретена баварцем George A. Krause и запатентована последним сперва в Германии (в 1912 г.), а впоследствии и в других странах. Внешний вид установки конструкции George A. Krause изображен на нижеприведенном рисунке (26).

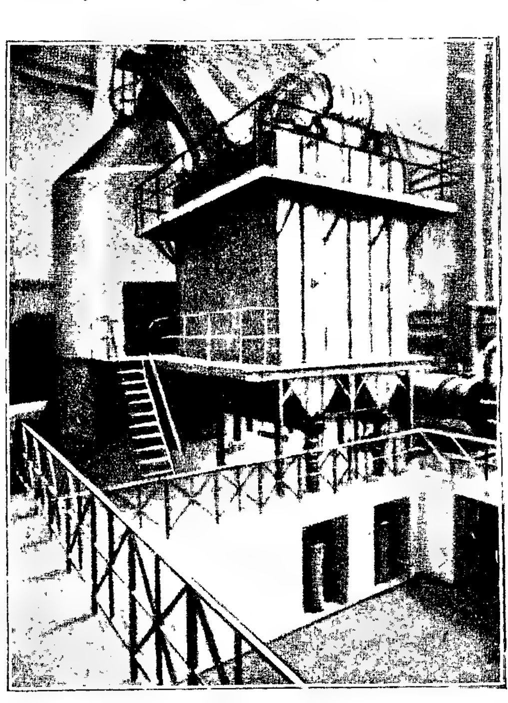


Рис. 26. Установка для изготовления сухого молока конструкции George A. Krause.

Главную часть этой установки представляет собою сушильная камера, в центре которой вращается металлический диск, имеющий два или более диаметрально расположенных отверстия для выхода молока. Поступление молока из специально питающего бака может происходить по трубопроводу или сверху или снизу, как это видно из схематического разреза вышеупомянутой установки (27).

При вращении диска (приводимого в движение турбиной или мотором) вылетающее из его отверстий молоко, распыляясь, отбрасывается вследствие центробежной силы к

боковым стенкам сушильной камеры. Необходимо упомянуть о скорости вращения диска, чтобы дать представление о той центробежной силе, какая при этом развивается. В зависимости от диаметра диска, а также от вида жидкости, подлежащей высушиванию, скорость вращения диска может колебаться от 5 до 20 тыс. оборотов в минуту. При диаметре диска в 50 *см* максимальная допускаемая скорость его вращения составляет 6 тыс. оборотов в минуту, и при этой скорости вращения скорость движения на его окружности выразится приблизительно в 130 метров в секунду. При такой огромной центробежной силе молоко, вылетающее из отверстий диска, отбрасывается к боковым стенкам сушильной камеры в виде мельчайшей молочной пыли. Через специальные и расположенные в нижней части сушильной камеры каналы в последнюю вдувается предварительно профильтрованный, нагретый воздух, который, поднимаясь вверх и проходя через распыленное молоко, отнимает от него влагу; сухое молоко в виде хлопьев падает вниз. Для непрерывного сметания сухого молока в приемник имеется специальное приспособление. Из приемника сухое молоко удаляется конвейером в особое помещение, где его приводят в ликвидный вид для хранения и сбыта на рынке. В целях предотвращения улетучивания вместе с удаляемым воздухом и водяными парами сухой мо-

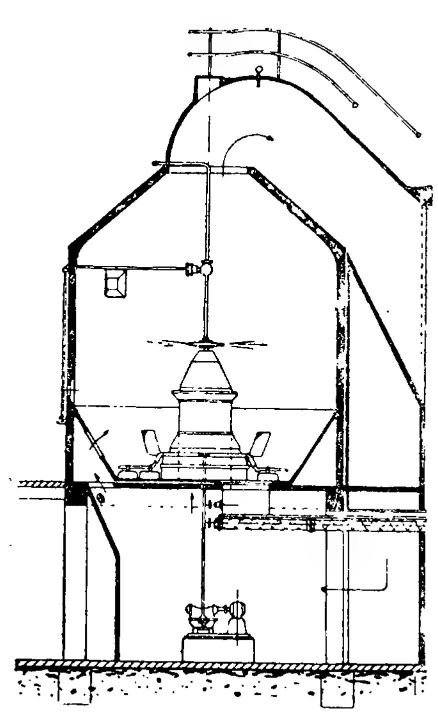


Рис. 27. Установка конструкции George A. Krause.

лочный пыли в верхней части сушильной камеры устроен коллектор.

Изображенная на рис. 25—26 установка George A. Krause дает максимальное выпаривание—1.000 литров воды в час—и предусматривает высушивание как натурального молока, так и предварительно сгущенного.

ГЛАВА IV

ТЕХНИКА ПРОИЗВОДСТВА СУХОГО МОЛОКА

Прежде чем перейти к описанию техники производства сухого молока, следует вспомнить общее положение, применимое к выработке вообще всех молочных продуктов и в особенности к сухому молоку. Как известно, при сыроделии требуется высокое качество сырья, т. е. молока. При изготовлении же сухого молока качество исходного сырья несомненно должно быть выше, так как если из данного невысококачественного молока может быть получен еще удовлетворительного качества сыр, то из него выйдет никуда не годное сухое молоко. Этого никогда нельзя забывать. В производство сухого молока должно итти только высокосортное натуральное молоко. Затем на заводе сухого молока, помимо наличия необходимого оборудования и правильных приемов изготовления, должна соблюдаться исключительная чистота.

Подготовка молока

Подготовка молока для высушивания зависит от того или иного способа проведения этого процесса. В одних случаях подготовка молока заключается только в подогревании его до известной температуры, после чего оно уже может быть подвергнуто высушиванию; в других случаях натуральное молоко, кроме того, должно быть сгущено до известной степени концентрации и высушивается уже в сгущенном виде. В целях понижения кислотности натурального молока иногда прибегают к помощи щелочей или щелочных солей,

но такие приемы обычно ведут к серьезным, нежелательным последствиям. Применение некоторых веществ в подготовке натурального молока для повышения его стойкости к влиянию высоких температур также весьма нежелательно. Одним словом организация техники производства сухого молока, при условии наличия высокосортного натурального молока, должна быть настолько совершенной, чтобы устранялась необходимость применения каких бы то ни было посторонних веществ, с целью сохранения природных свойств натурального, свежего молока.

При «пленочном» способе изготовления натуральное молоко, поступающее на барабан (или барабаны—при наличии двух сушильных барабанов), имеет большей частью обыкновенную температуру, и предварительное подогревание к нему не применяется. Если же имеют в виду высушивать только сгущенное молоко, то О. Ханзикер рекомендует предварительное сгущение и сушку сгущенного молока проводить в соответствующих установках непрерывного действия; в последних сгущенное молоко поступает на барабанную сушку примерно при той же температуре, при которой производилось его сгущение; при концентрации в вакууме эта температура составляет около 60° С.

При «распылительном» способе изготовления натуральное молоко перед его поступлением в сушильную камеру всегда подогревается. Этой операцией преследуется наиболее полное использование в сушильной камере нагретого воздуха как в целях выпаривания молока, так и с целью поглощения выпаренной из молока воды.

Для сохранения максимальной растворимости готового продукта, по указанию О. Ханзикера, не следует натуральное молоко подогревать выше 71° С. Согласно усвоенным приемам в американской практике при пользовании «распылительным» способом температура подогревания молока колеблется от 60 до 71°С. Если в производстве сухого молока проводятся операции предварительного подогревания и сгущения, то американские заводы придерживаются при

этих операциях температурных условий также в указанных пределах.

В случае поступления на завод молока более жирного, чем это требуется для изготовления стандартного готового продукта, оно должно частично сепарироваться или стандартизироваться смешением с менее жирным молоком. Поступающее на завод натуральное молоко, в тех случаях, когда имеют в виду изготовление сухого снятого молока, также сепарируется. При выработке сухого полуснятого молока цельное молоко смешивается в требуемой пропорции с молоком снятым. Для получения сухих сливок стандартного качества необходимый контингент сырья подготовляется или путем надлежащего сепарирования натурального молока, или же путем соответствующего смешивания слишком жирных сливок с натуральным или снятым молоком. В американской практике сухое цельное молоко, предназначаемое для детского питания, редко приготовляется с сахаром. Сухое полуснятое молоко чаще приготовляется с сахаром. Обычное количество прибавляемого в таких случаях к натуральному молоку сахара колеблется от 1 до 1,5%.

Выбор способа производства сухого молока

При выборе того или иного способа изготовления сухого молока должны быть учтены два главных фактора, а именно: 1) качество готового продукта и 2) простота и эффективность способа его выработки. На первом месте должно, конечно, стоять высокое качество готового продукта, и поэтому последний должен удовлетворять нижеследующим требованиям: 1) он должен прекрасно растворяться в теплой или холодной воде, не давая при стоянии раствора осадка; 2) при помещении на поверхность воды щепотки сухого молока последнее должно немедленно переходить в раствор, не требуя для этой цели встряхивания или размешивания; 3) при бросании сухого молока в воду не должно иметь места такое явление, при котором крупинки сухого молока, погру-

жаясь, не оставляют за собой слѐда в результате происходящей их растворимости. Микроскопическое исследование, в случае высокого качества полученного продукта, должно установить, что его крупинки теряют свою форму в момент их соприкосновения с водой.

Растворимость сухого молока зависит от многих факторов и прежде всего от тех температурных условий, при которых получается сухое молоко, которые в свою очередь вытекают из примененного для изготовления сухого молока способа. Затем растворимость готового продукта зависит: 1) от продолжительности периода времени, в течение которого исходное сырье, т. е. натуральное молоко, подвергается действию высоких температур; 2) от степени предварительной концентрации молока (перед его высушиванием); 3) от содержания влаги и жира в готовом продукте и от некоторых моментов производственного процесса. Высокие температуры, а в особенности их продолжительное воздействие, неблагоприятно отражаются на растворимости сухого молока. Такое же отрицательное влияние на растворимость оказывают слишком высокая или слишком низкая степень предварительной концентрации. Увеличение, при хранении, содержания влаги в готовом продукте также понижает его растворимость. Понижение последнего при прочих одинаковых условиях влияет на высокое процентное содержание жира в сухом молоке.

Рассматривая различные способы выработки сухого молока, можно констатировать на основании данных практики, что сухое молоко, изготовленное по «массовому» способу, обладает меньшей растворимостью по сравнению с остальными способами. «Пленочный» способ дает готовый продукт менее растворимый, чем продукт, полученный «распылительным» спосообом. Необходимо отметить, что и при «пленочном» способе растворимость сухого молока может меняться в зависимости от конструкции оборудования. Так, барабанная сушка под атмосферным давлением дает продукт менее растворимый, чем та же сушка в вакууме.

Перед процессом высушивания молока жир последнего должен быть хорошо эмульсирован, чтобы при растворении сухого молока на поверхности воды не образовывалось плавающих капелек жира. Если же такое явление наблюдается, то имеется большая вероятность предполагать, что впоследствии сухое молоко прогоркнет или приобретает салистый привкус и запах. Микроскопическое исследование растворенного в воде сухого молока должно давать сравнительно однообразные и малого размера жировые капельки, при чем не должны иметь места ни большого размера жировые капельки, ни жировые скопления. Появление сливочной линии в растворе, при продолжительном его стоянии, практикой допускается, но выделение жира не должно иметь места. Слишком быстрое появление сливочной линии в растворе сухого молока в воде служит признаком нерастворимости или же выделения жира вместо сливок. Но не всегда отсутствие сливочной линии является указателем, что сухое молоко бедно жиром, так как действительная причина этого явления кроется иногда в предварительной гомогенизации молока. Сухое молоко, в производстве которого была применена гомогенизация, является подходящим продуктов для детского питания.

На состояние жировых капелек в сухом молоке влияют такие факторы, как: температурные условия, в которых находится молоко во время производственного процесса; наличие или отсутствие гомогенизации и наконец конструкция оборудования. Жир, который был расплавлен или разрушен в процессе высушивания молока, служит причиной появления «масляных пятен» в молоке, восстановленном [1] при помощи горячей воды. Многие конструкции машин, изготовляющих сухое молоко по «пленочному» способу, страдают тем недостатком, что дают готовый продукт с упомянутым пороком—«масляные пятна»; конструкции же машин, работа-

[1] Под этим термином в дальнейшем мы будем подразумевать сухое молоко, растворенное в воде.

ющих по «распылительному» способу, обычно предусматривают употребление гомогенизированного молока.

Восстановленное молоко должно обладать обычным вкусом и ароматом, присущим свежему натуральному молоку. Часто после органолептической экспертизы во рту остается слабый металлический привкус, который происходит, вероятно, вследствие соприкосновения молока с металлическими поверхностями машин во время производственного процесса.

На вкус и аромат готового продукта оказывают влияние температура, влага, соприкосновение с воздухом и состояние жира. Высокие температуры могут служить причиной развития в сухом молоке пригорелого привкуса; высокое содержание влаги—затхлого, плесневелого или гнилостного и нечистого привкуса. Благодаря воздуху происходит окисление жира в сухом молоке, дающее в результате салистый или прогорклый привкус. При разрушении в сухом молоке жира салистый или прогорклый привкус развивается значительно быстрее в продукте, приготовленном из негомогенизированного молока. Когда молоко высушивается в результате соприкосновения с горячими поверхностями, то соскребывание его с последних и последующая размолка часто разрушает жировые шарики. Слишком тонкий слой молока, подлежащий высушиванию, представляет на единицу объема большую поверхность действию процесса высушивания, и благодаря этому создаются условия, способствующие развитию салистого привкуса. С этой точки зрения «пленочный» способ имеет недостатки по сравнению с «распылительным», при том условии, что выработанное по второму способу сухое молоко не является сильно пористым.

Губчатое (пористое) строение крупинок сухого молока, вырабатываемого некоторыми машинами «распылительного» способа, хуже, чем у более крупных крупинок барабанной сушки.

Вкус и аромат сухого молока находятся в большой зависимости от формы его крупинок, так как последние в

той или иной степени влияют на окислительные процессы, а эти последние, в свою очередь, отражаются на вкусовых качествах готового продукта. «Распылительный» способ, при котором пользуются предварительно сгущенным молоком и при котором распыление молока получается благодаря сильному давлению, имеет в этом отношении преимущество перед «пленочным» способом, так как только при распылении можно получить твердые, небольшие, со сферической поверхностью, крупинки сухого молока.

Эффективность и простота способа получения сухого молока

Хотя конструкции машин, изготовляющих сухое молоко по «массовому» способу, и являются наиболее простыми, но качество их продукции заставляет желать много лучшего, и поэтому ни одна из них не может быть рекомендована для выработки хорошего продукта. Лучшие из этих машин употребляются за границей для сушки пахтанья, идущего затем на выкармливание цыплят.

Некоторые из машин, работающих по «пленочному» способу, могут дать продукт хорошего качества во многих отношениях. Одними из ряда их преимуществ перед лучшими установками «распылительного» способа являются более низкие температуры рабочего процесса, и действие последних в течение менее продолжительного периода времени, что уменьшает опасность разрушения витаминов. Наилучшие конструкции машин «пленочного» способа несколько сложны и дороги. Последние конструкции машин «распылительного» способа изготовляют сухое молоко, обладающее следующими положительными качествами: низкое содержание влаги, быстрая растворимость и компактность массы. На основании данных практики Атсуши Мияуоки считает, что дальнейшее усовершенствование выработки сухого молока должно итти по линии улучшения оборудования «распылительного» способа, применяющего предварительное сгущение и распыление молока под высоким давлением.

Очистка молока

Для получения высокосортного сухого молока необходимо уделять исключительное внимание исходному сырью, т. е. натуральному молоку, и в связи с этим предпринимать ряд соответствующих предосторожностей. Даже лучшее по качеству молоко может содержать мельчайшие частички грязи и клеточки простейших организмов, живых и мертвых, которые не задерживаются обычным процеживанием. Поэтому, чтобы устранить попадание в сухое молоко посторонних веществ, необходимо пропустить подлежащее высушиванию натуральное молоко через специальный очиститель. При выборе очистителя рекомендуется останавливаться на модели с большей пропускной способностью, чем это требуется для данного количества молока. Поступать так следует по тем соображениям, чтобы случайные перерывы в работе очистителя не отразились на общем ходе производственного процесса. Можно также ограничиться очистителем требуемой пропускной способности, но тогда необходимо располагать на всякий случай запасным таковым же аппаратом.

Наиболее подходящим моментом для очистки молока от посторонних примесей следует считать время до пастеризации, так как довольно высокая температура последней может растворить в молоке некоторые загрязняющие его вещества. Если же имеется уверенность, что таких веществ в молоке не содержится, то очистку молока лучше производить после пастеризации, так как при этом условии достигается более полное удаление из молока умерщвленных пастеризацией клеток простейших организмов.[1] Независимо от способов изготовления сухого молока все они, в целях получения окончательного продукта высокого качества, требуют проведения операции очистки молока.

[1] С другой стороны, пастеризация неочищенного молока, в некоторых случаях разваривая органические примеси (напр., кровяные шарики, гнойные тельца, микроорганизмы, попадающие из больного вымени), придает ему неприятный привкус. Поэтому очистку лучше производить перед самой пастеризацией.

Пастеризация молока

Все поступающее на завод молоко должно подвергаться пастеризации, чтобы обеспечить исходное сырье от присутствия туберкулезных бацилл и других вредных микроорганизмов. В некоторых установках по изготовлению сухого молока пользуются высокими температурами, и в таких случаях необходимость пастеризации отпадает. Если по ходу производственного процесса пастеризация является все-таки неизбежной, то ее целесообразно провести в первую очередь, чтобы при выработке сухого молока пользоваться более низкими температурами, что необходимо в интересах повышения растворимости и общего улучшения качества готового продукта. По мнению Атсуши Мияуоки более предпочтительным в данном случае является метод длительной, а не короткой пастеризации, так как последняя может разрушить витамин С и повести к частичному свертыванию альбумина. Кроме того некоторые из кальциевых солей могут сделаться нерастворимыми.

На тех заводах, на которых принято предварительное сгущение молока, работающий по длительному методу пастеризатор может быть с успехом заменен подогревателем, так как такая замена, как показала американская практика, в большинстве случаев является более выгодной.

Вместо одного большого подогревателя целесообразно иметь на заводе несколько небольших: в то время как одни из них могут наполняться молоком и подогревать его—другие могут освобождаться от молока, передавая последнее в вакуум-аппарат. На американских заводах поступившее в подогреватель молоко обычно подогревается при постоянном размешивании до 63°С и выдерживается при этой температуре в течение двадцати минут. При употреблении двух или трех подогревателей процесс подогрева поступающего молока можно сделать непрерывным.

Гомогенизация молока

При изготовлении сухого цельного молока гомогенизация вообще дает положительные результаты. Она содействует улучшению сохраняемости сухого молока и предупреждает появление порока («масляные пятна») при восстановлении молока. Однако надо оговорить, что в некоторых конструкциях машин «распылительного» способа (например, Merrel-Soule) процесс распыления молока через форсунки, с применением высокого давления, заменяет предварительную гомогенизацию. При «массовом» и «пленочном» способах изготовления сухого молока гомогенизация является средством предупреждения появления в значительном размере порока— «масляных пятен».

По указанию Атсуши Мияуоки гомогенизацию молока следует производить немедленно после процесса пастеризации таким образом, чтобы первая операция проходила при температуре второй. При более низкой температуре гомогенизация молока не будет полной. Гомогенизацию можно также проводить непосредственно за предварительным сгущением. В этом случае степень сгущения и давление в гомогенизаторе необходимо тщательно регулировать, иначе получающееся в результате производственного процесса сухое молоко может сделаться более нерастворимым, так как гомогенизацией можно нарушить коллоидальную дисперсию казеина.

Предварительный процесс сгущения молока

На первых стадиях развития производства сухого молока натуральное молоко подвергалось высушиванию без проведения предварительного процесса сгущения. Такой производственный подход относился в одинаковой степени как к «пленочному», так и к «распылительному» способу. Однако, вследствие высокого процентного содержания воды в натуральном молоке, подобная практика требовала от сушильного оборудования очень большой выпаривательной способ-

ности, значительно ограничивала производительность процесса, нуждалась в больших установках и требовала много времени для проведения всего производственного процесса. Дальнейший опыт показал преимущество предварительного сгущения молока до начала стадии его высушивания, что ускоряло весь ход производства и значительно повышало его производительность.

В настоящее время значительные количества сухого молока приготовляются еще из молока натурального, при чем приготовление сухого продукта из предварительно сгущенного молока завоевывает себе все больший и больший успех. При барабанной сушке молока проведение предварительного сгущения позволяет утолщить слой высушиваемого молока и выполнить более быстро самый процесс сушки. При «распылительном» способе проведение предварительного сгущения уменьшает опасность получения губчатообразной крупинки. Предварительное сгущение молока способствует большей сохраняемости сухого молока при любом способе его выработки.

Атсуши Мияуоки считает, что наиболее подходящая система концентрации молока заключается между одной половиной и одной четвертой первоначального об'ема натурального молока. Если молоко сгущается менее, чем до одной четверти его первоначального об'ема, то оно приобретает склонность менее растворяться, так как казеин становится очень нестойким. Если же после окончания процесса сгущения молоко ставить в течение некоторого времени при температуре вакуум-аппарата, то оно может постепенно перейти в мягкое, рыхлое, кислое молоко. Из такого сырья хорошее растворимое сухое молоко приготовлено, конечно, быть не может. При сгущении молока нельзя допускать понижения давления ниже 635 *мм*, при чем температура молока в вакуум-аппарате не должна превосходить 55°С, если имеют в виду получить хороший продукт. Следует вести тщательное наблюдение за давлением пара в паровой рубашке и змеевиках, а также за тем, чтобы поверхность на-

грева нигде не обнажалась, так как это обстоятельство будет причиной появления в готовом продукте нерастворимых веществ. Доступ пара в паровую рубашку и змеевики вакуум-аппарата (если только последний не является непрерывно-действующим) должен быть закрыт за некоторое время до полной остановки работы вакуум-аппарата, чтобы предоставить поверхности нагрева необходимое время для понижения ее температуры в соответствии с температурой молока в вакуум-аппарате. В противном случае молоко может на поверхности нагрева свернуться прежде, чем оно будет удалено из вакуум-аппарата. Вполне отвечающим целям предварительного сгущения молока служит обыкновенный вакуум-аппарат, какой применяется для приготовления сгущенного молока. Для работы же сушильного оборудования при полной нагрузке применение для предварительного сгущения молока вакуумной непрерывно действующей установки является почти существенной необходимостью. Единственным недостатком такой установки служит трудность получения однообразного продукта. Но и этот недостаток можно свести к минимуму путем тщательного согласования состояния вакуума и давления пара с требуемой стандартизацией молока перед сгущением и однообразным поступлением молока в непрерывно действующую вакуумную систему. Влияние предварительного сгущения молока в особенности выгодно сказывается при «распылительном» способе.

Влияние предварительного сгущения на экономичность производства

В производстве сухого молока по «распылительному» способу главным преимуществом предварительного сгущения является большая экономия в проведении производственного процесса, так как в отношении расхода топлива и механической силы установки, работающие по «распылительному» способу, получаются менее выгодными, чем при «массовом» или «пленочном» способах. Действительно, коэфи-

циент теплопередачи воздуха значительно ниже, чем коэфициент теплопередачи металлических поверхностей нагрева. Тепло, передаваемое при помощи нагретого воздуха, используется менее полно, отчего выпаривание молока посредством соприкосновения с нагретым воздухом является менее экономичным, чем при контакте молока с омываемыми паром металлическими стенками, как это имеет место в вакуум-аппарате и на сушильном барабане. Расход силы на циркуляцию больших об'емов воздуха при «распылительном» способе также больше, чем расход при вакуумной установке или в аппаратуре «пленочного» способа.

Использование при «распылительном» способе предварительно сгущенного молока сокращает расход тепла по той причине, что значительное количество воды при предварительном сгущении удаляется из молока более экономичным методом выпаривания. Благодаря предварительному сгущению молока увеличивается производительность данного оборудования, и вместе с тем требуется меньше времени для проведения всего производственного процесса.

При «пленочном» способе предварительное сгущение молока также значительно увеличивает производительность сушильной установки и сокращает время проведения производственного процесса, но разница в экономии тепла и силы при использовании предварительного сгущения в пленочном способе сказывается не так резко, как при способе «распылительном».

Влияние предварительного сгущения на компактность сухого молока

Сухой продукт, приготовленный из предварительно сгущенного молока, является более компактным в смысле об'ема, чем аналогичный продукт, полученный из натурального, т. е. несгущенного молока. Эта разница в особенности становится заметной для продукта, выработанного по «распылительному» способу, так как сухое молоко, получаемое в этом

случае из натурального молока, представляет собой чрезвычайно мелкий, мягкий, пушистый, хлопьевидный порошок. Такой продукт трудно плотно упаковать, и он занимает относительно большой об'ем. Затем его чрезмерно малые размеры крупинок способствуют увеличению утечек в производстве и понижают выход. С другой стороны, продукт из сгущенного молока дает более грубый и более зернистый порошок, который удобнее упаковать, он занимает меньший объем и повышает размер выхода. Все эти положительные стороны обязаны процессу предварительного сгущения молока. Помимо оказывающего влияние на зернистость готового продукта сгущения, эту зернистость можно регулировать еще влияя на степень распыления молока путем уменьшения или увеличения выходных отверстий форсунок и величины распыливающего давления. Чем больше отверстия или чем меньше давление, тем грубее будет распылено молоко и, следовательно, тем более зернистым будет получаться молоко сухое. Таким образом, чтобы уменьшить хлопьевидность крупинок и сократить об'ем сухого молока, получаемого из несгущенного молока, и чтобы получить более зернистый порошкообразный продукт, выходные отверстия форсунок должны быть относительно велики или давление молока должно быть относительно низким, или же должны иметься налицо оба эти фактора. Подогревание молока непосредственно острым паром также способствует значительному уменьшению «пушистости» и сокращению объема готового продукта, но такой способ подогревания неблагоприятно отражается на его растворимости.

Разница в качестве сухого молока, получаемого по «пленочному» способу из предварительно сгущенного и натуреального молока, примерно та же, что и при «распылительном» способе. Пленка сухого молока, получаемого из предварительно сгущенного молока—тяжелее, плотнее и дает более компактный порошкообразный продукт, чем аналогичный продукт из натурального, несгущенного молока.

Влияние предварительного сгущения на выход сухого молока

Для большинства сушильных установок, работающих по «распылительному» способу, весьма важным, в смысле влияния на выход готового продукта, фактором является предварительное сгущение молока. Как уже было сказано выше, чем более размельчен, легок и «пушист» порошкообразный продукт, тем больше данных за то, что часть этого продукта будет унесена из сушильной камеры вместе с воздухом и водяными парами. Следовательно, при высушивании распыленного натурального (несгущенного) молока утечка продукта из сушильной камеры в виде молочной пыли будет большей, чем при производстве сухого молока из предварительно сгущенного молока. Таким образом отсюда очевидно, что введение в производство сухого молока процесса предварительного сгущения обеспечивает больший выход готового продукта.

Однако не следует упускать из вида то обстоятельство, что независимо от исходного сырья—предварительно сгущенного или натурального молока—все же в производстве будет встречаться весьма мелкая молочная пыль, которая может улетучиваться из сушильной камеры и даст обязательную утечку, если для улавливания этой пыли не будет установлен достаточно эффективный коллектор. Конечно, при прямой переработке натурального сырья конструкция коллектора для улавливания весьма размельченного продукта должна быть наиболее эффективной.

Процент выхода готового продукта в значительной степени зависит от совершенства коллектора, эффективность которого должна быть тем выше, чем более размельченный и хлопьевидный продукт получается в производстве. О. Ханзикер указывает, что выход готового продукта может быть существенно увеличен такой конструкцией сушильного оборудования, при которой распыленному высушиваемому молоку сообщается движение противоположное удаляемому из

сушильной камеры воздуху. Примером в этом отношении может служить конструкция Gray Jensen.

При «пленочном» способе утечка ничтожна, даже в том случае, когда в качестве исходного сырья пользуются натуральным молоком. В особенности это замечание относится к барабанной сушке под атмосферным давлением. Что же касается сухого молока, вырабатываемого по «пленочному» способу в вакуумной установке, то утечка его может иметь место перед высушиванием, при чем очевидно, что в данном случае эта утечка будет больше при натуральном, несгущенном предварительно молоке, чем при более вязком молоке сгущенном. Отсюда видно, что и в целях более высокого выхода готового продукта следует ввести в производство предварительное сгущение молока.

Влияние предварительного сгущения на растворимость сухого молока

С практической точки зрения влияние предварительного сгущения на растворимость сухого продукта, казалось бы, является ничтожным при условии, что температуры подогревания и сгущения молока достаточно низки (не превосходят 71°С) и не могут серьезно нарушить существующее коллоидальное равновесие содержащихся в молоке протеинов. Сухое молоко, изготовленное по «распылительному» способу из натурального молока, переходит вначале в раствор несколько медленнее, чем аналогичный продукт, изготовленный из молока, предварительно сгущенного. Это явление об'ясняется тем, что весьма мелкие хлопьевидные крупинки сухого молока имеют относительно большую поверхность, благодаря чему они, сцепляясь друг с другом, образуют большие аггрегаты, задерживающие проникновение в сухое молоко воды, и этим вначале несколько уменьшают быстроту полного растворения. Однако с этим уменьшением быстроты растворения считаться не приходится, и практически принимают, что молочный порошок, изготовленный

из натурального молока, растворяется одинаково, как и порошок, полученный из молока предварительно сгущенного. Опыт, проведенный О. Ханзикером, показывает, что разница в быстроте растворения поименованных продуктов является очень незначительной и что общая растворимость на весьма малую величину больше у хлопьевидного молочного порошка, полученного из несгущенного молока. Но здесь О. Ханзикер оговаривает, что и несгущенное молоко может быть настолько распылено и высушено (при больших отверстиях форсунок и низком гидравлическом давлении), что по внешнему виду и строению получаемые из него крупинки будут приближаться к молочному порошку из сгущенного молока. В общем следует сделать вывод, что для тех целей, для которых сухое молоко употребляется как в промышленности, так и в домашнем хозяйстве, вопрос о преимуществах в отношении легкости растворения того или иного из упомянутых продуктов практического значения не имеет.

В отношении влияния предварительного сгущения на растворимость продукта, изготовленного по «пленочному» способу, О. Ханзикер сообщает, что определенных данных не имеется. По его мнению вообще трудно допустить, чтобы характерные черты этого способа могли влиять на растворимость.

Расход нагретого воздуха при «распылительном» способе

Об'ем и температура нагретого воздуха, который необходим для выпаривания определенного количества воды из молока (или же для высушивания данного количества молока), колеблется в зависимости от: температуры и влажности наружного воздуха; температуры и степени концентрации подлежащего высушиванию молока, а также температуры и степени насыщения влагой воздуха, удаляемого из сушильной камеры. При прочих равных условиях расход тепла при «распылительном» способе уменьшается с повы-

шением температуры нагретого воздуха. Использование при сушке молока только незначительно нагретого воздуха дает в результате очень большой расход тепла. Своими опытами Хаусбранд показал, что при употреблении в сушильном оборудовании слабо подогретого воздуха расход тепла для выпаривания определенного количества воды может быть в два или три раза больше, чем это требуется теоретическим калорийным расчетом. Поэтому экономически выгодным является употребление воздуха, нагретого до той наивысшей температуры, какую способна выдержать данная жидкость без ущерба для ее качества.

При «распылительном» способе изготовления сухого молока поступающий в сушильную камеру воздух имеет обыкновенно температуру около 130° С, хотя бывают и исключения. Так, конструкция George A. Krause требует температуры нагрева от 120 до 150°С. При одной и той же температуре конечного нагрева вес потребного для сушки количества воздуха с повышением начальной температуры наружного воздуха увеличивается, почему в холодную погоду воздуха требуется меньше, чем в жаркую, но на нагрев этого меньшего количества холодного воздуха необходимо затратить тепла больше, чем на большее количество воздуха теплого.

В целях экономического проведения производственного процесса поверхность нагрева специальных камер для получения нагретого воздуха, а также производительность механизма для циркуляции этого воздуха—должны обладать возможностью регулироваться в зависимости от времени года и состояния погоды. Поверхность нагрева должна быть достаточной для максимальной температуры в самые холодные дни, а система для циркуляции воздуха должна иметь достаточные размеры, чтобы пропустить большие об’емные количества воздуха, требуемого в наиболее жаркие дни.

Очевидно, что при упомянутой приспособляемости камеры нагрева и циркуляционной системы, вентиляционные аппараты, рассчитанные для работы при полной нагрузке в

жаркое время года, окажутся слишком большой производительности для нагрузки в холодное время года, в течение которого они, естественно, должны будут работать ниже своей полной производительности. С другой стороны, поверхность нагрева, имея размер, рассчитанный на полную нагрузку в холодную погоду, будет чрезмерно велика в погоду жаркую, когда она должна быть использована только частично.

В целях экономического и надлежащего подогрева воздуха и удовлетворительного его использования в сушильной камере воздух должен иметь соответствующую скорость движения. Количество получаемого им тепла увеличивается вместе со скоростью прохождения воздушного потока по поверхностям нагрева. Однако большая скорость увеличивает трение воздуха в выходном воздушном канале (требуя больше силы и уменьшая эффективность вентилятора), сокращает его влагопоглощательную способность в сушильной камере и повышает утечку молока. В выходном воздушном канале из сушильной камеры и у выхода из камеры подогрева скорость движения воздуха не должна превышать 3 *м*/сек., а в сушильной камере она должна быть ограничена примерно 6 *м*/сек. и даже менее.

Об'ем весовой единицы работающего в сушильной установке воздуха находится в зависимости от его температуры. Этот об'ем является наименьшим при входе в камеру для подогрева, наибольшим—непосредственно после нагревания и каким-то средним при выходе из сушильной камеры. Отсюда следует, что для того, чтобы надлежащим образом контролировать циркуляцию воздуха в сушильной установке, в конструкции последней должны быть соблюдены правильные соотношения размеров вентилятора и всех воздушных каналов от места входа холодного воздуха в камеру подогрева и до места выхода отработавшего нагретого воздуха из сушильной камеры, так как представляется более рациональным приводить в движение небольшие об'емы воздуха, чем большие его об'емы. Поэтому для осуществления

циркуляции воздуха в существующих установках является предпочтительней помещение вентилятора у места входа холодного воздуха в камеру подогрева, как это и принято к исполнению во многих распылительных сушильных установках. Менее выгодным следует считать расположение вентилятора у выходного канала из сушильной камеры. Установка же вентилятора между камерой подогрева и сушильной камерой должна быть признана наименее выгодной. Вентилятор создает небольшой вакуум в месте всасывания воздуха и небольшое повышение давления у выходного воздушного канала.

Изменение атмосферного давления также в некоторой степени влияет на требуемые количества воздуха и тепла. При прочих равных условиях, чем ниже барометрическое давление, тем больше воздуха (по об'ему) и тепла требуется для высушивания данного количества молока.

Влажность атмосферного воздуха имеет также значительное влияние на эффективность высушивания и экономию в расходовании воздуха. Последний всегда содержит большее или меньшее количество влаги, которое постоянно меняется. Так как главное назначение нагретого воздуха при «распылительном» способе заключается в выпаривании из молока воды и ее поглощении, то очевидно, что выпаривательная эффективность нагретого воздуха уменьшается с увеличением влажности воздуха атмосферного.

Наконец, на количество воздуха и тепла, потребных для высушивания данного количества молока, влияют также температура и степень насыщения влагой воздуха, удаляемого из сушильной камеры.

Как уже указывалось выше, чем выше температура воздуха, тем выше степень его насыщаемости, т. е. тем больше влаги может поглотить и удалить из сушильной камеры каждая об'емная его единица. Нагретый и теряющий в процессе сушки постепенно свое тепло воздух удаляется из сушильной камеры при температуре более низкой, чем та температура, при которой он поступил в эту камеру; поэтому

для того, чтобы быть в состоянии удалить выпаренную в сушильной камере воду вместе с первоначально имевшейся в нем влагой, не переходя в состояние перенасыщения, воздушный поток должен быть у выхода из сушилки более теплым, чем при входе в нее. В американской практике температура оставляющего сушильную камеру воздуха колеблется от 49 до 93° С.

Источники получения нагретого воздуха

Воздух, предназначаемый для сушильных установок, подогревается или в специальных топках, или в камере, снабженной паровыми змеевиками. При употреблении первых получается возможность подогреть воздух до более высокой температуры, почему полагают, что этот способ подогрева является, с точки зрения расходования топлива, более экономичным. С другой стороны, при топочном подогреве полный контроль над температурой менее возможен, ибо температура нагретого воздуха колеблется в зависимости от состояния огня в топке, при чем существует постоянная опасность загрязнения воздуха. Даже почти незаметные трещины в стенках огневой коробки служат причиной попадания в смежную камеру нагретого воздуха мельчайших частичек пыли, золы и т. п., а эти последние, вместе с потоком нагретого воздуха, переносятся в сушильную камеру, в которой они

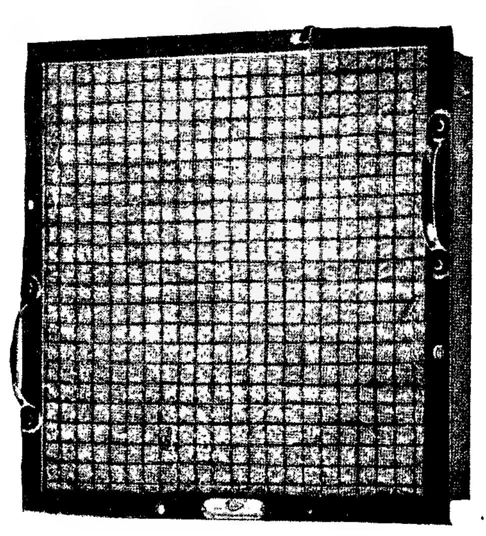


Рис. 28. Воздушный фильтр.

смешиваются с распыленным молоком и затем вместе с ним выпадают на дно. В этом отношении камера подогрева воздуха, работающая паровыми змеевиками, является более приемлемой. Правда, с ней значительно труднее достигнуть высоких температур, но зато легче регулировать температуру воздушного подогрева и поддерживать ее на определенном уровне и нет опасности проникновения с нагретым воздухом в молоко разных загрязняющих веществ.

Поступающий в специальную топку или в камеру подогрева воздух желательно фильтровать. Для этой цели у входных каналов в топку или камеру следует устанавливать воздушные фильтры (рис. 28), которые могут делаться или из особой хлопчатобумажной ткани или из другого подходящего материала.

Сушильная камера

Сушильные камеры, употребляющиеся на американских заводах сухого молока, отличаются одна от другой по конструкции и размерам, а также по местоположению и типу молокораспыляющих приспособлений, местоположению входных воздушных каналов, направлению потока нагретого воздуха и наконец положению выходного воздушного канала, предназначаемого для удаления из сушильной камеры насыщенного водяными парами воздуха. Многие из американских сушильных камер прямоугольной формы имеют в длину примерно от 3,7 до 6 метров, при высоте, в некоторых случаях достигающей размеров более указанных для длины. Некоторые из них—круглой формы, подобно силосовым башням, другие имеют форму опрокинутого кверху основанием конуса.

Как указано выше, нагретый воздух поступает в сушильную камеру с более высокой температурой, чем он ее оставляет, и имеет степень насыщенности влагой больше при выходе из сушильной установки, чем при входе в последнюю. Повышающаяся плотность нагретого воздуха обязана увеличивающейся влажности его во время прохождения

через сушильную камеру, вследствие чего он становится тяжелее и получает большую склонность опускаться. С точки зрения учета силы тяжести, казалось бы, более логичным дать направление потоку воздуха в сушильной камере сверху вниз, однако такая конструкция сушилки не всегда выполнима и желательна.

Действительно, весьма важным для сушки фактором является то обстоятельство, чтобы высушивающиеся частички молока, отдавая воздуху постепенно свою влагу, в дальнейшем вступали бы в соприкосновение с более сухими частями воздушного потока. Обыкновенно нагретый воздух является наиболее сухим при входе в сушильную камеру и самым влажным при выходе из нее. Как известно, частички сухого молока падают на дно сушильной камеры и оттуда удаляются наружу. Если бы выходной воздушный канал располагался в дне сушильной камеры или поблизости от него, то тогда удаление сухого молока из сушильной камеры происходило бы в месте наибольшей влажности воздуха, а это, разумеется, не способствовало бы достижению максимальной сухости готового продукта. Отсюда следует, что наилучшие результаты будут получаться в том случае, когда потоку нагретого воздуха и распылению молока будут даваться наивыгоднейшие направления, а именно: поступающий в сушильную камеру воздух (являющийся в этот момент самым сухим) должен встречать частички молока в зоне их наименьшей влажности, а удаляемый из сушильной камеры воздух (являющийся в этот момент самым влажным) должен выходить в зоне, где молоко наиболее богато влагой, т. е. вблизи места начала распыления молока.

Устройство входных и выходных воздушных каналов и местоположение начального пункта распыления молока разнятся в зависимости от типов конструкций сушильных оборудований. В том случае, когда все форсунки расположены на одной боковой стенке сушильной камеры и направлены по одному направлению, нагретый воздух вводится непосредственно ниже форсунок, идет по тому же направлению,

что и распыление молока, и смешивается с последним. Если же форсунки расположены на всех боковых стенках сушильной камеры, то нагретый воздух может вводиться вблизи дна сушильной камеры, в центре последней, и, поднимаясь вверх, будет проходить через распыляющееся молоко и смешиваться с ним. Далее нагретый воздух может поступать в верхнюю часть сушильной камеры вместе с распыляющимся молоком, или же подаваться из разных пунктов верхней части сушильной камеры в виде циклонического потока, суживающегося спирально к центру камеры и удаляющегося затем через выходной воздушный канал в центре верхней части камеры.

Устройства выходного канала для насыщенного водяными парами воздуха также разнятся между собой в зависимости от конструкции сушильных камер. Во многих случаях,—в особенности, когда нагретый воздух и распыляющееся молоко поступают через боковую стенку сушильной камеры в одном направлении,—выходной канал для удаляемого воздуха устраивается большей частью в противоположной боковой стенке сушильной камеры. Имеются и такие конструкции сушильных камер, в которых выходные каналы для удаления насыщенного водяными парами воздуха устраиваются или в верхней части сушильной камеры или вблизи ее дна.

Так как температура распыляющегося в сушильной камере молока бывает всегда значительно выше температуры наружного атмосферного воздуха, то настоятельно необходимо, чтобы стенки, дно и верх сушильной камеры не пропускали наружного воздуха, почему они должны делаться воздухонепроницаемыми. Наблюдательные стекла и лазы в сушильной камере также должны плотно закрываться.

Стенки сушильной камеры, ее потолок и дно должны быть прочны и, по мере возможности, делаться из такого материала и такой конструкции, при которых утечка тепла через них из сушильного пространства сводилась бы к минимуму. При покрытии оловом внутренней поверхности

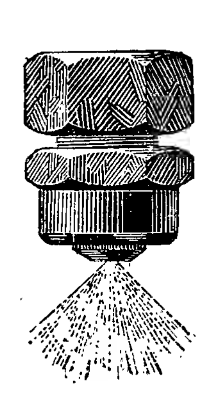
сушильных камер (как это имеет место во многих заграничных установках) наружная часть сушильных камер должна тщательно облицовываться асбестовыми листами. Во многих американских сушильных камерах новейшей конструкции их стенки, потолок и дно делаются из бетона или вогнутой черепицы, а внутренние поверхности некоторых сушильных камер покрываются глазированными черепицами.

Форсунки и диски для распыления молока

Распыление молока в сушильной камере производится или посредством пропускания его под давлением через одну или более форсунок или через отверстия быстро вращающегося диска. Форсунки обыкновенно располагаются вверху, на боковой стенке сушильной камеры, с той целью, чтобы дать распыляющемуся молоку возможность падать с наибольшей высоты и подвергаться на протяжении их падения высушивающему действию нагретого воздуха. Форсунка может быть также установлена в центре, или поблизости от него— в наивысшей части сушильной камеры, и в таком случае молоко распыляется по радиальным направлениям. Устройство форсунок может быть и таково, при котором сопла помещены на могущей вращаться подводящей трубке так, что распыляющееся молоко будет выходить по касательным и тем сообщать форсункам вращательное движение. Когда применяются несколько форсунок, то они могут устанавливаться по одной прямой линии на одной боковой стенке или же могут распределяться на двух или на всех четырех стенках сушильной камеры.

Существующие форсунки имеют самое разнообразное конструктивное устройство. Распыление молока осуществляется либо благодаря создаваемому насосом в молоке гидравлическому напору, либо при помощи подаваемых в сопло под давлением нагретого воздуха или пара. Давление, под которым молоко проталкивается через форсунки, заключено в пределах от 50 до 250 атмосфер. Оно может изме-

няться в зависимости от вида употребляемого молока (натурального или предварительно сгущенного), а также в зависимости от желаемой степени распыления жидкости. Предварительно сгущенное молоко требует для получения данного распыления более высокого давления, чем молоко натуральное. Небольшие отверстия форсунок, через которые происходит распыление молока в сушильной камере, с тече-



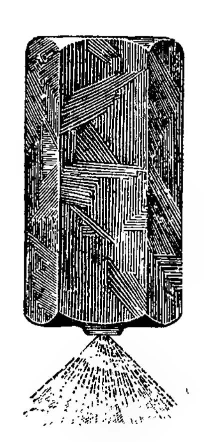


Рис. 29. Типы форсунок для распыления молока.

нием времени, благодаря изнашиванию, разрабатываются, и это обстоятельство вынуждает старые форсунки заменять новыми. Если в процессе распыления оказалось, что некоторые форсунки засорились и плохо работают, то они должны быть сняты для чистки и заменены другими. Все только что изложенное указывает на необходимость непрерывного наблюдения за процессом распыления молока для того, чтобы иметь уверенность в правильной работе всех форсунок, так как только при таком отношении к делу может быть обеспечена максимальная эффективность и быстрота высушивания.

В целях облегчения замены неисправных форсунок новыми на ходу, не останавливая производства, в современных сушильных камерах устройство форсунок и их крепления

к питательным трубопроводам таково, что позволяет производить замену, не прерывая работы.

При вращающихся дисках распыление молока достигается благодаря огромной центробежной силе, под действием которой молоко вылетает из имеющихся в дисках небольших отверстий.

Диски обычно располагаются в центре сушильной камеры. Питание их молоком происходит по трубопроводам, подходящим к диску сверху или снизу. Молоко, в сильно распыленном состоянии, отбрасывается к периферии сушильной камеры, при чем размеры отдельных частичек молока составляют от 10 до 50 микронов в диаметре. Благодаря сильному распылению получается огромная свободная поверхность молока, подвергающаяся действию нагретого воздуха и увеличивающая быстроту испарения воды.

Насосы для распыления молока

Однообразное распыление и максимальная эффективность высушивания молока требуют равномерного давления, что можно достигнуть при употреблении особого типа насоса. Практика показала, что этой цели наилучшим образом отвечают трехпоршневые насосы, которые обеспечивают высокое постоянство давления и непрерывный приток молока к форсункам.

Возможные затвердения сгущенного молока на цилиндре насоса предупреждаются при посредстве особого приспособления струями холодной воды. Кроме того такие насосы снабжены специальными предохранительными клапанами, которые устраняют опасность чрезмерного давления и выравнивают колебания последнего при распылении, могущие иметь место при одновременном засаривании нескольких форсунок.

По окончании работы сушильной установки рекомендуется пропустить некоторое количество воды через насос и трубопроводы и после этого оставлять в них воду на время остановки работы с целью поглотить и удалить ею все остатки сгущенного молока.

Обычным в практике давлением является 140 и 210 атмосфер. Несколько форсунок с незначительными отверстиями требуют менее сильного давления, чтобы обеспечить необходимое распыление, чем употребление меньшего количества форсунок с большим отверстием или одной большой форсунки.

Высушивание молока

Эта операция в производстве сухого молока является самой важной. Для получения продукта хорошего качества следует пользоваться только «пленочным» или «распылительным» способом. Атсуши Мияуоки, не возражая против других конструкций установок по изготовлению сухого молока,

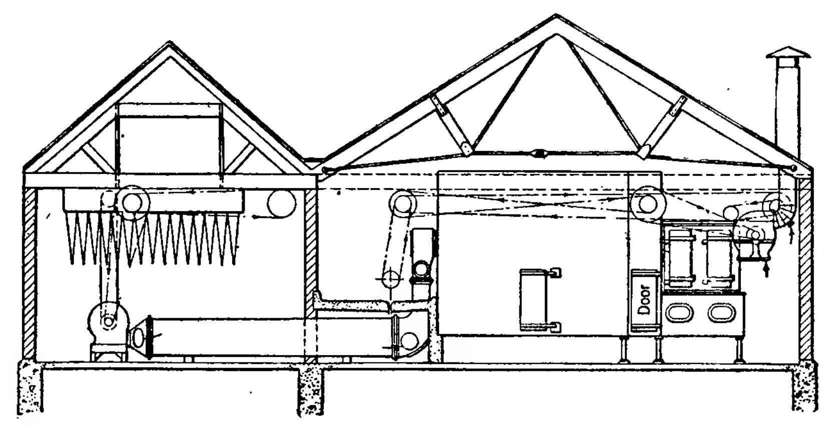


Рис. 30. Сушильное оборудование Merrel-Soule.

рекомендует при «пленочном» способе пользоваться конструкцией Buflovak, а при «распылительном» способе—конструкцией Merrel-Soule. В то же время он считает, что при тщательном проведении производственного процесса нет оснований предполагать, что, при пользовании сушильными установками других конструкций, нельзя будет получить высокосортного сухого молока.

При проведении процесса высушивания молока самое главное, на что надо обратить внимание, это — предохра-

нение его от действия высоких температур в течение продолжительного времени. При пользовании барабанной сушкой последнюю следует производить, в целях понижения температуры выпаривания, под высоким вакуумом. Пар, предназначаемый для нагревания барабанов, должен иметь самое низкое давление, какое вызывается безусловной необходимостью быстрого и полного высушивания молока. Скорость вращения барабана должна быть такой, чтобы удерживать на нем молоко самое минимальное время. При пользовании барабанной установкой, заключенной в высокий вакуум, следует учитывать не только температуру самого выпаривания при данном вакууме, но и температуру сушильных барабанов, могущих сообщать молоку совершенно ненужное сильное подогревание. По указанию Атсуши Мияуоки, при «распылительном» способе изготовления сухого молока, рационально употреблять форсунку, работающую под высоким давлением, а давление насоса и степень распыления следует регулировать таким образом, чтобы получить надлежащее распыление. При этом способе чистота и сухость нагнетаемого в сушильную камеру воздуха имеет чрезвычайно серьезное значение. Наружный воздух, прежде чем поступить в сушильную установку, должен пройти специальный воздушный фильтр. Даже в настоящее время некоторые заводы сухого молока за границей не применяют воздушного фильтра, но это является большим недочетом производства, так как всякая имеющаяся в воздухе пыль неизменно попадет в конечном счете в готовый продукт. Поэтому перед входом в сушильную установку наружного атмосферного воздуха безусловно необходимо устанавливать воздушный фильтр. Фильтрованный воздух нагнетается в сушильную установку посредством мощного вентилятора. Различные конструкции сушильного оборудования пользуются разными способами получения нагретого воздуха. Согласно данным Атсуши Мияуоки, на заводах сухого молока обычно употребляется камера, внутри которой установлена паро-калориферная трубчатая батарея, через которую прогоняется воздух. Недо-

статком такого способа нагрева является то обстоятельство, что стенки труб склонны покрываться ржавчиной и частички этой ржавчины могут быть перенесены воздушным потоком в сушильную камеру, где попадут в сухое молоко. При перерывах работы трубы батарей должны быть основательно вычищены, а камера перед употреблением провентилирована. В целях большей чистоты циркулирующего воздуха является желательным установка воздушного фильтра между камерой подогрева воздуха и сушильной камерой.

Прежде чем приступить к сушке молока, необходимо основательно вычистить сушильную камеру и отрегулировать предназначенный для улавливания молочной пыли коллектор. Затем после того, как установлено, что наблюдательные стекла и пр. плотно закрыты, нагретый воздух пускается в сушильную установку, и одновременно начинает действовать коллектор. Когда температура в сушильной камере достигнет 88—93°С, пускается в ход насос, и когда его давление достигнет требуемого уровня, то открываются молочные краны к форсункам, и в сушильной камере начинается распыление молока, при чем нужно следить, чтобы этот процесс происходил под однообразным давлением. Последнее может меняться в зависимости от конструкции сушильной установки, но для данной установки его следует поддерживать на определенном своем рабочем уровне.

Для успешного проведения сушки поступление нагретого воздуха должно быть в достаточном количестве. Чем обильнее и суше будет поступающий воздух, тем ниже может быть его температура; последняя должна быть не выше, чем это вызывается безусловной необходимостью для быстрого и полного испарения воды. Надо не упускать из виду, что с началом процесса распыления молока температура воздуха в сушильной камере упадет, так как часть его тепла поглотится испарившейся водой. Если это падение будет слишком велико, то высушивание молока окажется неудовлетворительным. Фабриканты сушильного оборудования рекомендуют не допускать падения температуры в

сушильной камере ниже 77° С. При надлежащем предварительном сгущении молока и обильном поступлении очень сухого воздуха возможно вести работу и при температуре ниже 77°С, получая сухое молоко с влажностью ниже 1%.

Будущие улучшения в сушильных установках, работающих на «распылительном» способе, должны сократить температуру в сушильной камере до 66°С или даже ниже и устранять кислород из нагретого воздуха. Большим недостатком высушивания молока по «распылительному» способу является то, что в циркулирующем воздушном потоке частью содержится активный нагретый кислород.

Удаление сухого молока из горячих сушильных камер

Весьма важно, чтобы сухое молоко своевременно удалялось из горячих сушильных камер. Это требование должно выполняться, чтобы насколько возможно сохранить в готовом продукте ценные физические, химические и биологические свойства натурального молока. В большинстве первоначальных сушильных установок «распылительного» способа молочный порошок, оседая на боковых стенках и дне сушильной камеры, остается в последней, пока не закончится дневная выработка. При подобном условии молочный порошок должен подвергаться в течение многих часов действию высокой температуры, а это, в свою очередь, оказывает неблагоприятное влияние на его качество, растворимость и витаминность. В последних конструкциях сушильных установок уже имеются механические конвейеры, которые автоматически удаляют из сушильной камеры сухой порошок по мере того, как он накапливается на ее дне.

При «пленочном» способе выработки сухого молока под атмосферным давлением сухое молоко в виде пленки начинает охлаждаться до температуры наружного атмосферного воздуха тотчас же, как только оно оставляет сушильный барабан. В случае же проведения выработки сухого молока по «пленочному» способу в вакууме, в аппарате устраи-

вается для готового продукта приемник, из которого посредством особого конвейера порошок по мере накопления непрерывно удаляется наружу.

Упаковка сухого молока

Эта операция должна проделываться на заводе возможно скорее по завершении сушки, так как промедление способствует поглощению сухим молоком влаги из воздуха и бактериальному заражению. Если по каким-либо соображениям упаковка готового продукта не может быть выполнена тотчас же, то его следует немедленно поместить в чистую, сухую комнату. Молочный порошок, содержащий 1% влаги или менее, при комнатной температуре будет поглощать влагу даже из искусственно высушенного воздуха. Следует заметить, что непосредственно после выхода из сушильной камеры может упаковываться только продукт, изготовленный по «распылительному» способу. Сухое молоко, полученное по «массовому» и «пленочному» способам, требует перед упаковкой предварительного размола и просеивания. На рынок сбыта сухое молоко за границей отправляется упакованным в фибровые коробки, жестяные банки и бочки, при чем последние предварительно парафинируются или выкладываются бумагой, как бочки под сахар.

ГЛАВА V

СОСТАВ И СВОЙСТВА СУХОГО МОЛОКА

Химический и физический состав сухого молока

Сухое молоко, как уже указывалось выше, содержит все составные части натурального молока, примерно в том же процентном соотношении, за исключением воды, которая в большой или меньшей степени из него удалена. Однако следует заметить, что, при некоторых условиях производства упомянутого продукта, некоторые составные части натурального молока, в особенности альбумин и соли кальция, склонны подвергаться изменениям и даже распадаться. На состав натурального молока, как известно, оказывает влияние местность его получения и время года, а также порода молочного скота, лактационный период и кормовые условия. Поэтому сухое молоко, изготовляемое по одному из вышеперечисленных способов, но в различной местности и в разное время года, часто будет иметь значительные отклонения в своем химическом составе.

Основными константами сухого молока являются жир, протеин, молочный сахар, зола и вода. Содержание жира в сухом молоке подвергается большим колебаниям. Это может происходить вследствие разнообразного содержания жира в первоначальном натуральном молоке, а также вследствие искусственного обезжиривания натурального молока. Благодаря относительно быстрой порче жира натуральное молоко, на значительном количестве заводов, перед высушиванием частично обезжиривают, чтобы получить продукт с меньшим содержанием жира и, следовательно, более стойким.

Большое производство сухого молока, частично или совершенно обезжиренного, об'ясняется тем обстоятельством, что на этот продукт в последнее время пред'является усиленный спрос со стороны мирового рынка. Одновременно следует отметить, что за границей сухое цельное молоко, а также частично обезжиренное, является продуктом настолько высокого качества, что в наше время оно идет уже для детского питания.

Имеются предположения, что лецитин,[1] в процессе высушивания молока, подвергается изменениям, но точная природа этих изменений еще пока не выяснена.

Присутствующий в сухом молоке протеин является растворимым в большей или меньшей степени, но в некоторых случаях растворимость его бывает очень низка.

Плохая растворимость протеина встречается в особенности в старом сухом молоке, имеющем высокий процент влаги, а также в аналогичных продуктах, выработанных по «массовому» и «пленочному» способам.

В сухом молоке казеин всегда присутствует, и содержание его выражается в относительно постоянном проценте. Альбумин в сухом молоке иногда не наблюдается, по крайней мере в его натуральном, растворимом состоянии. Это происходит оттого, что натуральное молоко в процессе высушивания подвергается действию высоких температур, вследствие чего альбумин свертывается.

Процентное содержание золы в сухом цельном молоке, по отношению к остальным составным частям сухого вещества, почти то же, что и в натуральном молоке. Когда же к натуральному молоку прибавляют щелочи, то содержание золы в готовом продукте, естественно, увеличивается. В некоторых случаях наблюдается убыль цитратов, а кальциевые фосфаты могут оказываться нерастворимыми, если в производственном процессе молоко подвергалось действию слишком высоких температур.

[1] Лецитин — сложное, содержащее фосфор, органическое вещество животного и растительного происхождения, родственное жирам.

Молочный сахар, вообще говоря, казалось бы, не должен претерпевать в процессе выработки сухого молока каких-либо изменений. В случае же прибавления к молоку щелочей он склонен вступать с ними в соединение, но в данное время прибавление щелочей к молоку практикуется весьма редко. При прежних способах выработки сухого молока, когда натуральное молоко подвергалось воздействию высоких температур или когда оно вообще высушивалось продолжительное время, часто наблюдалась карамелизация молочного сахара. Свекловичный или тростниковый сахар не является нормальной составной частью сухого молока, но иногда он к нему прибавляется в небольших количествах (например к продукту, предназначаемому для детского питания), когда приходится восполнить недостаток углеводов. Количество прибавляемого к натуральному молоку свекловичного или тростникового сахара колеблется обычно в пределах от 1 до 2%, что дает содержание этого сахара в сухом молоке от 10 до 15%. В чрезвычайно редких случаях сухое молоко может содержать 50% свекловичного или тростникового сахара.

Наконец, что касается последнего константа натурального молока—воды, то процентное содержание последней в сухом молоке находится всецело в зависимости от того или иного примененного способа сушки.

При выработке сухого молока по «пленочному» способу в готовом продукте содержание влаги может колебаться примерно от 4 до 8%, тогда как при «распылительном» способе готовый продукт будет содержать влаги от 1 до 3,5%.

Во время рабочего процесса по изготовлению сухого молока значительное влияние на относительную сухость готового продукта оказывает существующая влажность наружного атмосферного воздуха. Когда эта влажность велика, то условия для производства сухого молока с низким процентным содержанием воды менее благоприятны, чем в те дни, когда влажность небольшая.

Так как сухое молоко представляет собою очень гигроскопический продукт, то необходимо тщательно оберегать его от доступа наружного воздуха, в противном случае он легко впитывает в себя излишнюю влагу. Поэтому проба данного образца сухого молока на содержание влаги не может служить критерием об эффективности принятого производственного процесса. Влажность любого сухого молока увеличивается с течением времени, если только продукт не закупорен в воздухонепроницаемую упаковку, почему для того, чтобы судить о работе сушильной установки, необходимо производить анализ продукта на содержание в нем воды тотчас же после выхода его из сушильной камеры.

Цвет сухого молока обычно бывает светло-сливочный. Физическая структура имеет влияние на отражение света, а следовательно и на образование того или иного оттенка. Мелкий и однообразный молочный порошок обладает весьма ровной и более светлой окраской. Часто встречается сухое молоко с сильной желтой окраской, что происходит от употребления в дело свежего, густо окрашенного молока коров, находящихся на зеленых пастбищах. Тот или иной цвет сухого молока не служит безусловным показателем богатства содержания в нем жира, и действительно, базируясь в определении процента жира на окраске продукта, можно легко впасть в заблуждение.

Сухое молоко некоторых марок, вырабатываемое на американских заводах, имеет несколько более светлую окраску по сравнению с окраской австралийского и новозеландского продуктов.

Случается, что сухое молоко имеет коричневый оттенок, а между тем нормальный продукт хорошего качества не должен его иметь. Если натуральное молоко, предназначенное для высушивания, перед этой операцией было подвергнуто сильной нейтрализации, то готовый продукт—сухое молоко—приобретает коричневый оттенок даже во время производственного процесса, но чаще всего по прошествии некоторого времени. Другой причиной такой окраски сухого молока

является высокая температура, при которой проводилось его высушивание. По мере хранения сухого молока окраска последнего приобретает более густой оттенок, при чем быстрота и степень нарастания этого явления зависят от температуры хранения и влажности самого продукта. Чем выше эта температура и влажность, тем быстрее и тем более густой оттенок приобретает сухое молоко.

Форма крупинок сухого молока весьма разнообразна и прежде всего зависит от способа выработки. Сухое молоко, изготовленное по «распылительному» способу, представляет собою обычно мелкие и сравнительно однообразные крупинки сферической формы разных размеров. Наименьшие крупинки имеют в диаметре 2,7 микрона, а наибольшие—50 микронов. Большинство крупинок имеют около 30 микронов в диаметре. Эти крупинки в сухом молоке вообще раз'единены между собой, но весьма малые крупинки обычно прилипают к крупным крупинкам. Часто известное количество крупинок слипаются вместе, образуя аггрегаты.

Растворимость сухого молока

Ценность сухого молока определяется главным образом в зависимости от его растворимости. Производители сухого молока за границей всегда рекламируют, что их продукт всецело растворяется в воде и, будучи растворен, дает жидкость, во всех отношениях сходную со свежим, натуральным молоком. Но факты говорят о том, что многие образцы сухого молока являются трудно растворимыми даже в теплой воде, а большинство из них плохо растворяется в холодной воде.

Растворимость является важным фактором, в особенности в производстве «восстановленного» молока, т. е. такого, которое должно вполне заменить свежее, натуральное молоко и предназначается к столу потребителя. Растворимость имеет также важное значение при использовании сухого молока для некоторых промышленных целей, как, например, для приготовления закваски и т. д. Употребляемый здесь термин «раствори-

мость» требует пояснения, так как обычное понятие о растворимости здесь не применимо. Молоко не представляет собою настоящего раствора. Оно является эмульсией, в которой некоторые его составные части (молочный сахар, альбумин и часть минеральных солей) находятся в растворенном состоянии, а другие механически взвешены в состоянии весьма большого размельчения (жир, казеин и остальная часть золы). Под растворимостью сухого молока здесь следует понимать такое его смешение с определенным количеством воды, при котором получается жидкость, по своему внешнему виду, консистенции, вкусу и пр. схожая со свежим, натуральным молоком.

Процент растворимости молочного порошка колеблется в зависимости от качества и кислотности натурального молока, способа выработки, условий проведения производственного процесса, а также содержания влаги, давности изготовления и условий хранения готового продукта. Эти факторы влияют на растворимость преимущественно в отношении размера изменения физических свойств и реакций белковых веществ молока, главными из которых являются казеин и альбумин. Их влияние на минеральные соли также имеет значение, хотя и меньшее, в определении растворимости готового продукта. Первоначальные способы изготовления сухого молока предлагали примешивать к молоку щелочи в целях сохранения растворимости протеинов, которые в противном случае сделались бы, под влиянием высоких температур в производственном процессе, нерастворимыми. Но очевидно, что то сухое молоко, растворимость которого может быть сохранена только путем прибавления щелочей, является плохой заменой натурального молока, а самый принцип прибавления химических веществ к такому пищевому продукту, как молоко, противоречит задаче рационально поставленного производства сухого молока высокого качества.

Влияние качества свежего молока на растворимость сухого молока

Производство сухого молока высокой растворимости требует наличия такого сырья, т. е. натурального молока, которое было бы свежим и не подвергалось бы до доставки на завод никаким процессам брожения. Если в натуральном молоке имеется повышенная кислотность, т. е. большая той, которая встречается в свеже-выдоенном молоке, и если эта повышенная кислотность является результатом бактериального брожения, то растворимость готового продукта, приготовленного из такого сырья, понижается. О. Ханзикер предполагает, что по всей вероятности подобное понижение растворимости происходит вследствие хорошо известного воздействия молочной кислоты на кальциево-казеиновое соединение. Молоко, поступившее на завод с повышенной кислотностью, продолжает ухудшаться от быстрого развития в нем кислотности, каковая, как показали опыты Фленинга и Нейра, в дальнейшем усиливает отрицательное влияние на растворимость готового продукта.

С другой стороны, свежее молоко плохого качества, как, например, молоко, зараженное створаживающими бактериями, также вредно отражается на растворимости молочного порошка, потому что энзимы, аналогичные сычугу, действуют на казеин, и последний благодаря им становится нерастворимым.

Влияние производственного процесса на растворимость сухого молока

Производственный процесс влияет на растворимость молочного порошка, преимущественно со стороны применения высоких температур, как при предварительном подогревании молока, так и при его сушке, ибо эти операции изменяют физические свойства протеинов и минеральных солей.

Альбумин, как упоминалось выше, под влиянием нагревания свертывается. Ниже 60°С действие нагревания ничтожно,

но по мере дальнейшего повышения температуры количество свертывающегося альбумина быстро возрастает. При 71°С приблизительно 30% становятся нерастворимыми, а при точке кипения воды (100° С) становится нерастворимым около 85% всего содержания альбумина.

Казеин нормального молока при температуре ниже точки кипения воды не свертывается. Явление свертывания наблюдается, когда молоко нагревается (под давлением) до 130—140°С. Однако нагревание молока даже ниже точки кипения воды осаждает часть растворимых кальциевых солей, которые в неподогретом молоке находятся в соединении с казеином, образуя казеинат кальция. Затем подогревание изменяет химические и физические свойства казеина. Когда в процессе высушивания молока казеин подвергается действию очень высоких температур, то он, будучи высушен, теряет некоторые свои природные коллоидальные свойства и когда молочный порошок начинает растворяться в воде, то казеиновые частички отказываются возобновлять их первоначальное сильное сродство к образованию гидратов, столь необходимых для получения полной эмульсии в восстановленном молоке. Осаждение, под действием высоких температур, некоторых минеральных солей молока, в особенности солей кальция, магния и фосфора, является дополнительным фактором, который влияет на степень растворимости сухого молока.

Суппле и Бэллис (Supplee и Bellis) установили, что в молочном порошке, изготовленном на машине конструкции Just—Hatmaker (по «пленочному» способу под атмосферным давлением), осадок, полученный из восстановленного молока, путем применения центробежной силы, состоял приблизительно из 93% протеина и 7% золы. Зола почти полностью состояла из окислов кальция, магния и фосфора. Упомянутые исследователи в результате их анализа пришли к выводу, что главной составной частью осажденных минеральных веществ является фосфат кальция.

По этим соображениям процесс сушки, подвергающий молоко действию высоких температур при непосредственном

его соприкосновении с нагретыми паром поверхностями барабанов (как это имеет место при «пленочном» способе), дает молочный порошок относительно низкой растворимости. Металлические поверхности барабанов достигают, в большинстве конструкций «пленочного» способа, температуры, значительно превосходящей точку кипения воды. Например, температура, встречающаяся на поверхностях нагрева в машине конструкции Just—Hatmaker практически бывает около 132 — 143°С.

Совершенно очевидно, что альбумин свертывается и становится нерастворимым в любом производственном процессе, в котором молоко находится под влиянием температуры, близкой к 100°С. Что касается казеина, то подвергание его действию подогревания в 130°С и выше также пагубным образом отражается на его растворимости, так как точка свертывания казеина лежит между 130 и 140°С. Изложенное относится к типам машин конструкции Just—Hatmaker. Однако при работе на машинах «пленочного» способа, как, например, конструкции Mignot—Plumey, Gabler, Saliter и Kunick, поверхности барабанов нагреваются только до 92—95° С, и следовательно, в последнем случае свойства казеина разбухать и переходить в эмульсию не страдают в такой большой степени.

Порше указывает, что при пользовании машиною конструкции Just—Hatmaker слой молока не сразу приходит в полное соприкосновение с поверхностями нагрева барабанов и не сразу пристает к ним, так как в действительном процессе подогревания слой молока отделен от металлической поверхности тонким слоем пара и выпаривание происходит очень быстро потому, что оно имеет место на обеих сторонах слоя молока. Слой молока обращается в сухую пленку только к концу оборота барабана, и только в этот момент он плотно пристает к поверхности нагрева. В этом частично высушенном состоянии казеин является менее чувствительным к подогреванию, и так как барабан вращается быстро, то плотное соприкосновение молока с металлическими по-

верхностями и нахождение его под действием высокой температуры происходит в течение очень короткого времени. При низкой же температуре барабана (ниже 100°С) слой молока пристает к поверхности нагрева с самого начала пуска его в ход и поэтому подвергается действию высокой температуры всей рабочей части вращения барабана.

Однако эти теоретические рассуждения не подтверждаются данными практики. Проба на растворимость точно указывает, что эта способность молочного порошка, в результате действия высокой температуры поверхности нагрева барабана, как, например, при конструкции Just—Hatmaker, относительно низка.

При «пленочном» способе изготовления сухого молока существуют еще другие температурные условия, как например в машинах конструкции Passburg, Ekenberg, Buflovak и комбинированного вакуум-аппарата для сгущения и сушки молока. При этих конструкциях машин достигается значительно более низкая температура сушки тем обстоятельством, что в сушильной камере поддерживается высокий вакуум. Кроме того в сушильных барабанах конструкции Buflovak и комбинированного вакуум-аппарата для сгущения и сушки молока температура пара ниже точки кипения благодаря наличию в барабанах частичного вакуума, и поэтому температура металлической поверхности нагрева также ниже точки кипения.

По сообщению О. Ханзикера точных указаний о влиянии возникающих в перечисленных машинах температурных условий на казеин не имеется, но пробы на растворимость показывают, что молочный порошок, выработанный теми же машинами, обладает большей растворимостью, чем продукт, изготовленный машинами таких конструкций, как Just—Hatmaker, работающих под атмосферным давлением.

Сухое молоко, изготовленное по «распылительному» способу, обладает большей растворимостью, чем по «пленочному» способу. Действительно, молочный порошок, полученный по «распылительному» способу, будучи свежим и приготовленным

при надлежащих температурных условиях, является практически полностью растворимым. Это в одинаковой степени справедливо как для производственного процесса, в котором распыление молока производится благодаря сильному давлению, так и для производственного процесса, в котором оно достигается центробежной силой.

При «распылительном» способе сухое вещество молока не подвергается непосредственному действию высокой температуры, как это имеет место при «пленочном» способе, где сушка молока производится на металлических поверхностях сушильных барабанов.

При «распылительном» способе обезвоживание молока производится чрезвычайно быстро, почти мгновенно, и такая большая скорость выпаривания оказывает охлаждающее влияние на частички молока. Как уже указывалось выше, быстрота выпаривания молока при «распылительном» способе зависит от двух факторов. Одним из них является значительно увеличенная поверхность испарения молока благодаря огромному размельчению молока при «распылительном» способе. Другим фактором является скорость движения частичек молока от зоны нагретого воздуха наибольшей влажности к зоне нагретого воздуха наименьшей влажности.

Значение быстроты выпаривания и его влияние на растворимость было раз'яснено Филиппом при описании им конструкции George A. Krause. Благодаря огромной скорости вращения диска (скорость любой точки на окружности диска составляет, как было указано выше, приблизительно 130 метров в секунду) как поверхность испарения чрезвычайно распыленного молока, так и скорость движения частичек молока являются весьма большими. Выпаривание большей части содержащейся в распыленном молоке влаги происходит настолько быстро, что частички молока не имеют достаточно времени, чтобы поглотить из нагретого воздуха количество тепла, необходимое для выпаривания заключающейся в них влаги. Поэтому они вынуждены использовать и отдать для этой цели часть их собственного тепла, в результате

чего происходит понижение их температуры. При таких обстоятельствах удаление из молока главной массы влаги, или, другими словами, существенная часть процесса высушивания происходит при относительно весьма низкой температуре. Это в особенности важно потому, что в течение упомянутого периода частички молока находятся в жидком состоянии, при котором протеины являются наиболее чувствительными к воздействию высоких температур. Последние, как известно, вызывают заметные изменения протеинов, отражающиеся на понижении растворимости готового продукта.

Приводимые О. Ханзикером теоретические подсчеты указывают на существование примерно следующих температурных условий при изготовлении сухого молока в оборудовании конструкции Krause; воздух входит в камеру подогрева с температурой в 20°C и влажностью в 50%; в этой камере он подогревается до 150°C; по мере поглощения им от распыленного молока влаги воздух охлаждается и в насыщенном состоянии, исходя из принятых данных, будет иметь температуру в 41°C. При этих условиях частички распыленного молока, поскольку они имеют следы влаги, достигнут температуры не выше 41°C. Это обстоятельство имеет значение с точки зрения сохранения как растворимости готового продукта, так и других его свойств: вкуса, аромата и цвета.

При «распылительном» способе, проводимом посредством сильного давления, степень распыленности и скорость движения частичек молока подобны тем, какие имеют место в оборудовании конструкции Krause. В то время как только что упомянутые моменты, по своей интенсивности, могут значительно различаться между собой, все же в общем результаты, получаемые при «распылительном» способе высокого давления, примерно те же. Данные практики подтверждают, что растворимость продукта, выработанного по «распылительному» способу высокого давления, является достаточно большой. Необходимо не упускать из виду, что производство сухого молока значительной растворимости воз-

можно лишь при условии, что молоко до процесса высушивания не будет подвергаться при подогревании и при предварительном сгущении влиянию температур, могущих неблагоприятно отразиться на физических свойствах содержащихся в нем протеинов. Отсюда следует, что подогревание и предварительное сгущение молока, если обе эти операции имеют место при «распылительном» способе высокого давления, должны проводиться при температуре, не превышающей 71° С. Применение при подогревании молока такой высокой температуры, как 82°С и выше, существеннейшим образом понижает растворимость готового продукта.

Растворимость сухого молока, изготовленного по «пленочному» и «распылительному» способам

Нерастворимая часть сухого молока обычно состоит из свернувшегося протеина, нерастворимой золы и посторонних примесей. В целях выяснения относительной растворимости сухого молока, изготовленного по разным способам, и притом в холодной и горячей воде, О. Ханзикером был произведен опыт с четырьмя образцами означенного продукта. Результаты опыта получились следующие:

Способ изготовления	Относительная растворимость			
	В холодной воде		В горячей воде	
	% в растворе сух. веществ.	% сухого молока, перешедшего в раствор	% в растворе сух. веществ	% сухого молока, перешедшего в раствор
«Пленочный»				
Сухое снятое молоко (атмосфер)	3,94	69,61	4,42	78,09
Сухие сливки (атмосфер) . . .	3,46	61,13	4,53	80,09
Сухое снятое молоко (в вакууме).	—	—	5,49	97,00
«Распылительный»				
Сухое снятое молоко . . . . . (натуральное молоко подогревалось перед высушиван. до 65,5°С)	5,61	99,12	5,76	101,76
Сухое снятое молоко . . . . . (натуральное молоко подогревалось перед высушиван. до 99°С)	5,09	88,16	5,33	94,17

Из приведенных данных видно, что сухое снятое молоко, изготовленное по «пленочному» способу, оказалось очень плохо растворимым в холодной воде, давая в воде 30,39% нерастворимого вещества, а сухие сливки—38,87% нерастворимого вещества.

Даже в горячей воде эти два продукта оставляли высокий процент нерастворимого вещества, а именно: сухое снятое молоко—21,91% и сухие сливки—19,97%.

Совершенно иной результат дало растворение в горячей воде сухого снятого молока, изготовленного по «пленочному» способу в вакууме; здесь процент нерастворимого в горячей воде вещества выразился только в 3%. Сухое снятое молоко, изготовленное по «распылительному» способу, в производственном процессе которого натуральное молоко подогревалось до 65,5°С, дало самый высокий процент растворения как в холодной, так и в горячей воде.

Подогревание же натурального молока перед высушиванием до 99°С неблагоприятно отразилось на растворимости готового продукта, изготовленного по тому же «распылительному» способу. В данном случае при растворении его в холодной воде количество нерастворимых веществ выразилось в 11,84%, а в горячей воде—в 5,83%.

Попутно следует отметить, что сравнительная степень растворимости сухого молока, изготовленного по двум упомянутым способам, может быть легко определена и без помощи химического анализа. Действительно, если мы поместим в пробирки с горячей и холодной водой известное количество сухого молока от разных образцов и дадим им некоторое время постоять в покое, то заметим, что в пробирках, имеющих сухое молоко «пленочного» способа, образуется на дне пробирок значительный нерастворимый осадок, в холодной воде по об'ему больший, чем в воде горячей.

В пробирках же с сухим молоком «распылительного» способа, при изготовлении которого применялось подогревание натурального молока не выше 65,5°С, нерастворимого осадка совершенно не получается. В том же случае, когда при

выработке сухого молока по «распылительному» способу применялось подогревание натурального молока до температуры 99°С,—на дне пробирок будет получаться небольшой осадок, и притом в холодной воде опять-таки несколько больший, чем в горячей.

Таким образом по нерастворимому осадку в пробирках можно судить о способе выработки данного образца сухого молока. Говоря о нерастворимом осадке сухого молока, изготовленного по разным способам, необходимо отметить, что количество этого осадка в процентном отношении неизменно оказывалось связанным с количеством нерастворимого протеина. Следовательно отсюда можно сделать вывод, что растворимость готового продукта в значительной степени будет зависеть от влияния производственного процесса (главным образом—высушивания) на физические свойства протеинов этого продукта.

Влияние содержания влаги и длительности хранения сухого молока на его растворимость

Растворимость сухого молока понижается по мере его хранения. Наибольшие изменения в этом продукте в смысле ухудшения его растворимости происходят при наличии в нем высокого содержания влаги. По мнению О. Ханзикера понижение растворимости означенннго продукта является в результате постепенного отрицательного действия влаги на свойства протеинов молока эмульгироваться при смешивании с водой. Такое положение О. Ханзикер считает правильным, независимо от того—присутствовала ли излишняя влага в только что выработанном продукте или же она была последним поглощена из атмосферного воздуха. Высокое содержание влаги имеет отрицательное влияние на качество готового продукта, выработанного как по «пленочному», так и по «распылительному» способам.

По этому вопросу Суппле и Бэллис (Supplee u Bellis) выполнили обширную исследовательскую работу. В своих

опытах они выявили влияние влажного и сухого воздуха на многочисленные образцы молочного порошка. При проведении этих опытов образцы сухого молока (совершенно обезвоженного) подвергались, в течение различных промежутков времени, действию воздуха, относительной влажностью 70—75%, в результате чего удалось получить обрацы сухого молока с содержанием влаги от 2 до 11%. Образцы, сохранявшиеся в более влажном воздухе, были подвергнуты пробе на растворимость, и оказалось, что протеины образцов сухого молока, поглотивших разное количество влаги, сделались более или менее почти нерастворимыми, в то время как первоначальная растворимость (точнее—свойство давать совершенную эмульсию) протеинов образцов, находившихся под действием сухого воздуха, сохранилась полностью. Поэтому Суппле и Бэллис считают, что, при условии предохранения сухого молока от влияния атмосферного воздуха, первоначальная растворимость означенного продукта может сохраняться неопределенно продолжительное время. Сущность результатов свой работы поименованные специалисты вкратце формулируют следующим образом: «Первоначальная растворимость казеина сухого молока может быть сохранена в течение года и более, если содержание влаги в этом продукте во время его хранения будет ниже 3%. В сухом молоке, влажностью от 4 до 5%, в результате годичного хранения, процент его нерастворимости оказался большим, чем у продукта влажностью в 3% и меньше. Образцы сухого молока, в которых содержание влаги поддерживалось от 3% и примерно до 5% и первоначальная растворимость которых после годичного хранения незначительно изменилась, делались почти нерастворимыми в течение нескольких дней при случайном повышении в них влаги до 6,5—7%. Образцы же сухого молока, в которых содержание влаги поддерживалось по возможности около 5%, в течение годичного хранения дали большую нерастворимость, чем те образцы означенного продукта, в которых содержание влаги постепенно

повышалось от 4 до 5% в течение того же периода хранения.

Супле, в результате своего последнего изучения факторов, влияющих на содержание влаги в сухом молоке, указывает, что поглощение последним влаги повидимому следует известным основным законам, управляющими поглощением влаги коллоидальным веществом.

Подобные наблюдения относительно влияния влаги на растворимость сухого молока подтверждаются Фуассье (Fouassieu), который сообщает, что названный продукт, содержащей 1,6% влаги, сохранял свою растворимость значительно дольше, чем этот же продукт, содержащий 6,82% влаги. Таким образом вышеизложенные вкратце результаты работ ряда исследователей показывают, что ухудшение растворимости сухого молока с течением времени происходит не благодаря действию самого воздуха, а вследствие поглощения этим продуктом влаги из атмосферного воздуха. Отсюда можно сделать вывод, что сухое молоко, в целях сохранения растворимости, должно немедленно, после изготовления, помещаться в герметическую упаковку.

Смешиваемость и легкость растворения сухого молока

Быстрота и легкость перехода сухого молока в так называемый раствор не всегда зависят от действительной растворимости этого продукта. Очевидно, что при прочих равных условиях, чем мельче частички молочного порошка, тем быстрее он растворяется. Это положение основано на хорошо известном физическом законе, что чем мельче частичка данного вещества, тем ее поверхность больше по сравнению с ее об'емом. Сухое молоко, изготовленное по «распылительному» способу, дает более размельченные частички, чем при «пленочном» способе, и, следовательно, в первом случае оно должо быстрее переходить в раствор, чем во втором.

Однако следует заметить, что связь между размельченностью сухого молока и легкостью перехода последнего

в раствор существует лишь до определенного предела, после которого растворимость, по крайней мере вначале, несколько замедляется. Это явление происходит потому, что чрезвычайно размельченное сухое молоко, обладая огромной поверхностью соприкосновения своих частичек между собою, при помещении в воду образует комки, задерживающие на первые моменты проникновение в них воды. Уашборн отмечает, что сухое молоко растворяется легче при увеличении его размельчения до крупинок, имеющих в диаметре примерно 75 микронов; в случае же дальнейшего размельчения сухое молоко при помещении в воду образует комки, и благодаря этому растворение его на первых порах несколько задерживается. Уашборн считает, что наиболее приемлемой степенью размельченности сухого молока являются крупинки диаметром около 150 микронов.

Появление комковатости обычно не имеет места в сухом молоке, изготовленном по «пленочному» способу, так как в этом случае оно обладает более зернистой структурою. При «распылительном» способе означенная комковатость в значительной степени может быть избегнута путем регулирования размера отверстий форсунок и давления молока таким образом, чтобы уменьшить распыление. Чем грубее распыление молока, тем получаются менее хлопьевидные крупинки и тем более зернистая структура у готового продукта. Как известно, высокое давление и небольшие отверстия в форсунках дают очень сильное распыление жидкого молока и хлопьевидные крупинки молока сухого. С другой стороны, низкое давление и большие отверстия в форсунках сообщают меньшее распыление молока и производят продукт, обладающий более зернистой структурой.

Концентрация молока во время распылительного процесса также в значительной степени влияет на степень распыления продукта. При прочих равных условиях, чем выше концентрация молока при распылительном процессе, тем меньше будет происходить распыление молока, и в готовом

продукте крупинки сухого молока будут иметь форму менее хлопьевидную, а более зернистую.

Наблюдения показывают, что молоко, подвергающееся распылению без предварительного сгущения, дает в результате более мелкие и хлопьевидные крупинки, чем молоко предварительно сгущенное в четыре раза. Однако подобное сравнение может проводиться лишь при соблюдении одинаковых условий производственного процесса как в отношении размера отверстий форсунок, так и в отношении давления молока. При надлежащем регулировании последних двух факторов можно получить продукт, обладающий определенно зернистой структурой и из натурального, не сгущенного, молока.

Влияние влаги на сохраняемость сухого молока

Сухое молоко, приготовленное надлежащим образом, содержит весьма небольшой процент влаги и не подвергается бактериальному заражению. Поэтому, если означенный продукт был упакован с соблюдением необходимых предосторожностей и затем хранился при низкой температуре, то в отношении бактериального заражения он должен был оказаться стойким при хранении. Если же сухое молоко содержит излишнюю влажность или подвергается действию сырости, то оно склонно сделаться комковатым и плесневеть, при чем в нем будут развиваться нежелательные запахи и привкусы.

Дале и Пальмер (Dahle и Palmer) указывают, что сухое молоко, влажность которого увеличилась вследствие влияния влажного воздуха, обнаруживало весьма низкую сохраняемость; они также констатируют, что причиной порчи продукта являлось окисление жира, дававшее в результате салистый запах и привкус.

Вопреки распространенному мнению, О. Ханзикер утверждает, что салистость развивается в сухом молоке с низким содержанием влаги быстрее, чем с высоким.

Влияние света на сохраняемость сухого молока

Салистый и прогорклый привкусы могут развиваться в сухом молоке с повышенной влажностью благодаря жизнедеятельности бактерий или действию энзимов; но, с другой стороны, сухое молоко, содержащее весьма низкий процент влаги, даже при отсутствии в нем бактерий и энзимов, все же не гарантировано от появления упомянутых пороков.

По мере хранения сухого молока вкус и аромат последнего ухудшаются. Главной причиной подобного изменения продукта является действие воздуха. Жир, заключающийся в сухом молоке, с течением времени подвергается очень медленному окислению, что происходит вследствие соприкосновения упомянутого продукта с кислородом воздуха.

Опытные упаковки сухого молока показали, что распространенность этих пороков зависит от того, в какой среде производились эти упаковки. Так из пятнадцати упаковок сухого молока, проведенных при доступе воздуха, одиннадцать из них обнаружили присутствие салистого и прогорклого привкусов; при вакуумной упаковке того же количества мест эти пороки наблюдались в семи случаях при упаковке в светлые бутылки и в восьми случаях при упаковке в коричневые бутылки.

Далее салистый и прогорклый привкусы обнаруживались только в трех образцах сухого молока из пятнадцати при упаковке их в водороде, в шести образцах при упаковке в воздухе, лишенном кислорода, и в пяти образцах—при упаковке в углекислом газе.

Вышеприведенные результаты свидетельствуют о том, что присутствие воздуха при упаковке сухого молока усиливает развитие в последнем салистости и прогорклости; они же подтверждают, что максимальный эффект в смысле устранения в сухом молоке пороков салистости и прогорклости достигается при упаковке этого продукта в водороде.

Кроме того следует заметить, что воздух также является причиной частого появления в сухом молоке с течением времени нечистого и гнилостного привкуса.

Влияние воздуха на сохраняемость сухого молока

Общепризнано, что свет имеет неблагоприятное влияние на сохраняемость сухого молока. Обесцвечивающее действие света, как известно, кроется в его химической природе. Побледнение окраски молочных продуктов почти неизбежно связано с появлением нечистого, гнилостного, салистого и прогорклого привкусов. Поэтому устранение света является существенно важным для хорошей сохраняемости качества молочных продуктов, в том числе и сухого молока. Упаковка последнего герметически в жестяные банки или в тщательно собранные бочки служит надежным средством устранения упомянутых пороков, поскольку развитие их зависит от света. Здесь необходимо отметить, что кроме света существуют и другие факторы, вызывающие как салистость, так и другие пороки.

Влияние высокой температуры на сохраняемость сухого молока

Тепло, как известно, благоприятствует химической активности. Так как порча обыкновенного сухого молока происходит в результате химических взаимодействий, то по всей вероятности высокая температура часто служит причиной ускоренной порчи продукта. Высокая температура усиливает окисляющее действие воздуха, как вообще и активность других окислителей и катализаторов. Факт, что хранение сухого молока при температуре в 37°С ускоряет порчу продукта, является доказательством вредного влияния тепла.

Дале и Пальмер (Dahle и Palmer) провели ряд специальных опытов, изучая влияние тепла на сохраняемость качества сухого молока. Они сообщают, что при хранении сухого молока в температурных условиях от 4° до 20°С не наблюдалось большой разницы в качестве продукта, но значительное качественное изменение происходило при хранении его при температуре в 37°С; при последней температуре большинство образцов сухого молока быстро портилось и ста-

новилось весьма твердым и обесцвеченным. В силу этого сухое молоко, как и все остальные молочные продукты, лучше всего хранить в прохладном месте.

Влияние размеров и формы крупинок сухого молока на его сохраняемость

Из предыдущего изложения видно, что главной причиной порчи сухого молока служит его окисление. Поэтому вполне естественным является предположение, что, при прочих равных условиях, чем большая, по отношению к общему об'ему крупинок, поверхность сухого молока подвергается действию кислорода воздуха, тем в большей степени будет сказываться на нем окисляющее влияние воздуха. Основываясь на этом, Кутс Couts проводит взгляд, что сухое молоко в чрезвычайно размельченном состоянии, изготовленное по «распылительному» способу, не выдерживает так хорошего хранения, как продукт, выработанный по «пленочному» способу.

Несмотря на то, что подобные утверждения делались и другими исследователями, существуют и противоположные по этому вопросу мнения. В своих опытах Дале и Пальмер пользовались тремя разнообразными образцами сухого молока. Первый из них (Klim) представлял продукт, выработанный по «распылительному» способу высокого давления (конструкция Merrel-Soule).

Другой образец (Creamon) был взят от молока, изготовленного по центробежному распылительному способу, усовершенствованному Диком (Dick).

Третий образец (Creamora A является продуктом, выработанным по «пленочному» способу фирмой „Dry Mil) Company" в Нью-Йорке.

Эти исследователи нашли, что, при доступе воздуха, порча первого образца происходила медленнее, чем остальных двух образцов. Они об'ясняли это тем, что в первом случае крупинки порошка, а следовательно, и размеры

воздушных полостей в продукте, были меньше и он плотнее упаковывался.

Действительно, при меньших крупинках их поверхность в пропорции к данному об'ему больше, чем поверхность больших крупинок в том же об'еме.

Пальмер и Дале, при изучении структуры сухого молока в отношении его сохраняемости, обнаружили в продукте, изготовленном по распылительному способу, пузырьки воздуха, которые, по их мнению, служат причиной появления салистости. Количество и размеры этих пузырьков зависят от степени сгущения молока перед его распылением. В сухом молоке, изготовленном из надлежащим образом предварительно сгущенного сырья, пузырьки воздуха весьма малы и редки.

По мнению Атсуши Мияуоки означенные пузырьки воздуха в сухом молоке не являются причиной появления этих пороков в той степени, в какой это приписывается им поименованными исследователями.

Влияние жира на сохраняемость сухого молока

Главным пороком, обнаруженным в молочном порошке, в особенности приготовленном из цельного молока, является салистость, и так как этот порок происходит вследствие окисления жира, то естественно, что содержание жира должно влиять на сохраняемость молочного порошка. При прочих равных условиях более быстрое и ясно выраженное развитие салистости происходит в сухом молоке, имеющем высокопроцентное содержание жира. Иностранные фирмы, занимающиеся сбытом сухого цельного молока, часто не дают гарантии за его доброкачественность на срок более шести месяцев.

Однако иностранная практика показывает, что хорошо изготовленное и хорошо упакованное сухое цельное молоко часто хранится более года и, несмотря на выданную за него гарантию только на три месяца, даже в конце годич-

ного хранения не обнаруживает никаких изменений во вкусе и аромате. На основании об'ективных данных Атсуши Мияуоки сообщает, что порча сухого цельного молока чаще имеет место в продукте, выработанном по «пленочному» способу, чем в продукте, изготовленном распылением. Сухое снятое молоко сохраняется хорошо при условии отсутствия в нем высокого содержания влаги; салистость в этом продукте встречается не так часто, как в сухом цельном молоке.

Гаупт (Haupt) нашел, что жир сухого молока, подвергаясь влиянию азота воздуха и действию микроорганизмов, распадается и в результате в продукте появляются сырный или слабый прогорклый запах. Однако Атсуши Мияуоки высказывает сомнение в возможности развития этих пороков, считая, впрочем, возможным появление сырного запаха в сухом молоке, упакованном в вакууме.

Вопреки мнению большинства исследователей Суппле сообщает, что увеличение жира в сухом цельном молоке с 5 до 55% улучшает сохраняемость качества продукта.

Влияние гомогенизации на сохраняемость сухого молока

Еще в 1904 г., при выработке молочного порошка по способу Доллар (Dollar), молоко, до проведения процесса высушивания, подвергалось гомогенизации. Многие специалисты того времени придерживались того мнения, что подобной операцией достигается лучшая сохраняемость готового продукта. Порше Porcher) этого мнения не разделял, ссылаясь на то, что, при введении в процесс сушки гомогенизации, молочный порошок, получающийся способом распыления молока в нагретом воздухе, попадал в условия, благоприятствующие окислению жира и, следовательно, развитию в продукте салистого привкуса и запаха.

Впоследствии взгляд Порше не подтвердился, так как опыты показали, что изготовленный по распылительному способу молочный порошок, в котором жировые шарики были

весьма раздроблены, сохранялся лучше, чем аналогичный продукт, имеющий жировые шарики большой массы, независимо от способа выработки—распылительного или пленочного.

При дальнейшем изучении условий сохраняемости Гольм (Holm) и его ассистенты установили, что гомогенизация несомненно должна сказываться положительным образом на качестве готового продукта. Одновременно они пришли к выводам, противоположным Пальмеру и Дале, установив, что молочный порошок, изготовленный по распылительному способу, окисляется быстрее, чем аналогичный продукт, выработанный по пленочному способу.

Практика проведения гомогенизации при изготовлении молочного порошка по способу «Merrel-Soule» показала улучшение растворимости сухого молока в холодной воде. Все последующие факты в отношении этой растворимости подтвердили положительное влияние большой раздробленности жировых шариков на качество готового продукта, почему процесс гомогенизации в производстве сухого молока окончательно признан целесообразным и приводится главным образом в целях улучшения растворимости молочного порошка.

Влияние предварительного сгущения на сохраняемость сухого молока

Сохраняемость различного сухого молока, вырабатываемого по одному и тому же способу, все же может разниться между собой в зависимости от тех или иных особенностей его производства. Так, например, конструкции оборудований: Merrel-Soule, Gray и Dick предназначены для изготовления сухого молока по распыленному способу. Но в первом случае для распыления применяется предварительно сгущенное молоко, при чем прохождение его через форсунки осуществляется под высоким давлением. Во втором же случае применяется натуральное свежее молоко, т. е.

без предварительного его сгущения, а распыление достигается посредством центробежной силы.

Гольм и его ассистенты, в результатах своих опытов, сообщают, что молочный порошок, приготовленный из предварительно сгущенного молока, дает продукт, обладающий лучшей сохраняемостью, чем продукт из натурального молока. Они приписывают улучшение качества сухого молока удалению в процессе предварительного сгущения некоторых летучих или растворимых в воде жиров. Правильно ли такое об'яснение или нет—покажут дальнейшие работы в этой области.

Однако, какие бы доводы ни приводились в защиту предварительного сгущения, практика показывает, что сухое молоко, изготовленное с предварительным сгущением, обладает более высокой сохраняемостью, чем тот продукт, в процессе выработки которого предварительное сгущение молока не применялось. Степень предварительной концентрации имеет большое влияние и на растворимость готового продукта. Опыты показывают, что когда предварительное сгущение переходит предел 4 : 1, то это отражается весьма отрицательно на растворимости порошка, и, кроме того, в этом случае готовый продукт приобретает пригорелый привкус и интенсивную окраску.

Витамины в сухом молоке

Открытие в разных пищевых продуктах особых веществ, так называемых витаминов, и их огромное общее значение в питании живого существа заставило многих ученых заняться тщательным изучением витаминности продуктов, в частности сухого молока, на содержание в нем витаминов А, В и С. На Всемирном молочном конгрессе 1923 г., имевшем место в Северо-Американских Соединенных Штатах, Роберт Джэймс Блэкхам в своем докладе обращал внимание на ту важную роль, какую играет в настоящее время сухое молоко в детском питании как с точки зрения содержания в нем витаминов, так и его легкой усвояемости.

Витамины А и В, при температурных условиях, обычно существующих в производстве сухого молока, не разрушаются. Действие витамина А ослабляется, и он даже совершенно разрушается окислением, которое может иметь место в молочном порошке при хранении последнего на воздухе. Витамин С показал себя очень чувствительным к высокой температуре и, под влиянием ее в течение процесса сушки молока, по всей вероятности разрушается. Этот витамин также легко поддается разрушению и при окислении сухого молока. Поэтому витамин С, если бы даже уцелел в процессе производства, может быть разрушен при хранении сухого молока на воздухе.

Витамин С совершенно разрушается при двойном подогревании молока; одно продолжительное подогревание молока ослабляет активность витамина С, в известной степени зависящей от температурных условий и продолжительности их действия в производственном процессе. Мгновенное повышение температуры молока до точки кипения на активность витамина С имеет, повидимому, незначительное влияние.

Многочисленные исследования ученых показали, что пастеризация различно влияет на витамины, смотря по тому, при какой температуре и как долго продолжается нагревание. Обыкновенная пастеризация (кратковременное, но высокое нагревание—до 85—90°С) разрушает витамины и, таким образом, пагубно действует на молоко, идущее на питание детей. Пастеризация же в течение получаса, но при низкой температуре (63 –65° С), обезвреживая молоко от нежелательной бактериальной флоры, сохраняет витамины, роль которых в деле питания вообще, и детей в особенности, так важна.

В виду сказанного предварительная так называемая «длительная» пастеризация приобретает особо важное значение в деле получения сухого молока как прочного, но сохранившего свою витаминность продукта.

ИСТОЧНИКИ ЛИТЕРАТУРЫ

При составлении настоящей работы автором были использованы следующие источники:

Condensed milk and milk powder — by Otto Hunziker.
Condensed milk — by Atsushi Miyawaki, B. S. M. S.
Journal of Dairy Science. 1927, 1928, 1929.
Official materials of Department of Trade, U. S. A.
New-York Produce Review and American Creamery — 1927, 1928, 1929,
Butter and Cheese Journal and The World's Butter Review — 1929.
The Creamery and Milk Plant Monthly —1927, 1928, 1929.
The Milk Industry 1927, 1928, 1929,
Smör Tidende 1927, 1928, 1929.
The Grocer —1927, 1928, 1929.



Рисунки, помещенные в тексте, предоставлены автору известными американскими фирмами—Rogers. Mojonnier Bros. Co., Arthur Harris. & Co. и др., изготовляющими оборудование для заводов сухого молока.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

ГЛАВА III

Машины для производства сухого молока

ГЛАВА IV

Техника производства сухого молока

ГЛАВА V

Состав и свойства сухого молока